

**UJI EFEKTIVITAS MEDIA SELEKTIF UNTUK ISOLASI  
*Trichoderma* sp. PADA LAHAN KENTANG  
(*Solanum tuberosum*) ORGANIK DAN KONVENSIONAL**

**Oleh:**

**NOVIA ARINATA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**UJI EFEKTIVITAS MEDIA SELEKTIF UNTUK ISOLASI  
*Trichoderma* sp. PADA LAHAN KENTANG  
(*Solanum tuberosum*) ORGANIK DAN KONVENSIONAL**

**Oleh:**

**NOVIA ARINATA  
145040200111107**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2018**



## PENYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian dari saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar diperguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2018

Novia Arinata



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Efektivitas Media Selektif untuk Isolasi  
*Trichoderma* sp. pada Lahan Kentang (*Solanum tuberosum*) Organik dan Konvensional

Nama Mahasiswa : Novia Arinata

NIM : 145040200111107


Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

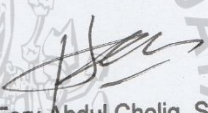
Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.  
NIP. 19550821 198002 1 002



Fery Abdul Cholig, SP.MP.M.Sc.  
NIK. 2015038605231001

Diketahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198061 2 001

Tanggal Persetujuan : .....



## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.

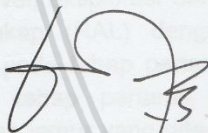
NIP. 19590705 198601 1 003

Penguji II

Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.Sc.

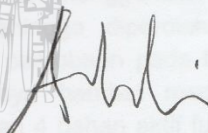
NIK. 2015038605231001

Penguji III

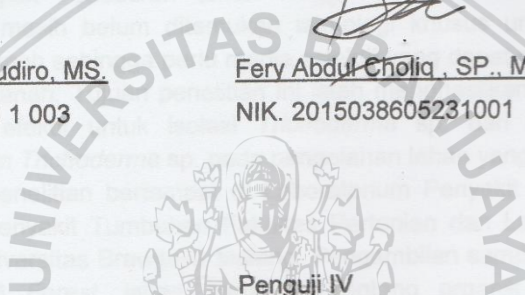
Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.

NIP. 199550821 198002 1 002

Penguji IV

Dr. Akhmad Rizali, SP., M.si.

NIK. 201405 770415 11 001

Tanggal lulus : 02 AUG 2018

## RINGKASAN

**NOVIA ARINATA. 145040200111107. Uji Efektivitas Media Selektif untuk Isolasi *Trichoderma* sp. pada Lahan Kentang (*Solanum tuberosum*) Organik dan Konvensional. Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS., sebagai pembimbing utama dan Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.sc., sebagai pembimbing pendamping.**

---

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur agens hayati yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman, terutama yang disebabkan oleh patogen tular tanah (*soilborne diseases*) berdasarkan mekanisme antagonis. Mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu kompetitor ruang dan nutrisi maupun sebagai mikoparasit sehingga mampu menekan aktivitas patogen tular tanah. Jamur *Trichoderma* sp. berpotensi sebagai indikator tingkat kesuburan tanah. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai indikator tingkat kesuburan tanah hingga saat ini masih kurang dimanfaatkan karena masih belum ditemukan teknologi khusus untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah sehingga perlu media selektif yang dapat mengisolasi *Trichoderma* sp. dari tanah. Tujuan penelitian ini ialah menghasilkan komposisi media selektif yang efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah dan mengetahui kelimpahan *Trichoderma* sp. pada pengolahan lahan yang berbeda.

Pelaksanaan penelitian bertempat di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian dan Laboratorium sentral ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang. Pengambilan sampel tanah uji dari hutan alami UB Forest, lahan pertanian kentang organik di Kebun Percobaan Cangar UB dan kentang konvensional milik Bapak Sugeng di Cangar. Waktu penelitian pada bulan Januari sampai Juli 2018. Penelitian menggunakan metode survei, eksplorasi dan komparasi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan, sehingga diperoleh 75 satuan percobaan pada tahap pertama dan 36 satuan percobaan pada tahap kedua. Percobaan tahap pertama merupakan uji daya hambat media terhadap pertumbuhan jamur yang ditemukan menggunakan 4 bahan aktif fungisida yaitu Benomyl 50%, Metalaksil 25%, Mankozeb 80%, dan Propineb 70%. Sampel tanah uji percobaan tahap pertama diambil dari hutan alami UB Forest yang tidak tercemar. Percobaan tahap kedua yaitu eksplorasi jamur tanah dari pengolahan lahan kentang organik dan konvensional. Eksplorasi pada percobaan tahap kedua menggunakan media biakan RBC (*Rose Bengal Chloramphenicol*) dengan penambahan bahan aktif fungisida yang terseleksi pada percobaan tahap pertama pada berbagai konsentrasi. Sehingga didapatkan 6 kombinasi susunan media pada percobaan tahap kedua. Jamur yang berhasil tumbuh pada media kemudian dilakukan purifikasi, inkubasi, dan identifikasi. Variabel pengamatan pada penelitian meliputi presentase daya hambat media dalam menekan pertumbuhan jamur dan hasil identifikasi jamur dengan mengamati kenampakan secara makroskopis dan mikroskopis.

Hasil isolasi jamur tanah pada lahan hutan alami ditemukan 5 jenis jamur yaitu *Mucor* sp., *Trichoderma longibrachiatum*, *Penicillium* sp. isolat 1, *Fusarium* sp. isolat 1, dan *Trichoderma koningii*. Uji efektivitas penghambatan fungisida

terhadap jamur tanah yang ditemukan pada media Mankozebe 80% dapat menghambat pertumbuhan jamur *non target* dengan tidak menunjukan mekanisme penghambatan terhadap *Trichoderma longibrachiatum*. Berdasarkan hasil isolasi jamur tanah lahan kentang organik ditemukan lima jenis jamur yang dapat tumbuh pada media RBC tanpa pemberian Mankozebe 80% yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. isolat 2, dan *Fusarium* sp. isolat 3. Pada lahan kentang organik tidak ditemukan jamur yang dapat tumbuh pada media yang ditambahkan fungisida berbahan aktif Mankozebe 80%. Sementara pada lahan kentang konvensional ditemukan tiga jenis isolat jamur yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, dan *Phytophthora* sp.



## SUMMARY

**NOVIA ARINATA.145040200111107. Selective Media Effectiveness Test for Isolation *Trichoderma* sp. on Organic and Conventional Potato (*Solanum tuberosum*) Soils. Supervised by Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. and Fery Abdul Choliq, SP., MP., M.sc.,**

---

*Trichoderma* sp. is a biological agents fungus used to control plant diseases, especially caused by soilborne diseases based on antagonistic mechanisms. Mechanisms that occur in the soil by the activity of *Trichoderma* sp. are the competitor of space and nutrition as well as mikoparasit to suppress the activity of soil pathogens. *Trichoderma* sp. potentially as an indicator of soil fertility. Utilization of *Trichoderma* sp. as an indicator of soil fertility level to date is still underutilized because there still no technology for the isolation of *Trichoderma* sp., so there is a need for selective media that can isolate *Trichoderma* sp. from soil. The purpose of this study was to produce an effective selective media composition for the isolation of *Trichoderma* sp. from the soil and to know the abundance of *Trichoderma* sp. on different land preparations.

The implementation of this research took place at the Laboratory of Plant Pest and Disease Faculty of Agriculture, and Central Laboratory of Biological Sciences Brawijaya University of Malang. Test samples were taken from natural forest of UB Forest, organic potato farming in Cangar UB Experimental Garden and conventional potatoes owned by Mr. Sugeng in Cangar. The period of this research was from January to July 2018. The research used survey, exploration and comparison methods. This research used Completely Randomized Design (CRD) with 3 replication, thus there were 75 research units on first experiment and 36 research units on second experiment. The first experiment was a media retardation test against fungus growth found using 4 active fungicide namely Benomyl 50%, Metalaksil 25%, Mankozeb 80%, and Propineb 70%. The first experimental soil samples were taken from non-contaminated natural forest. The second experiment was the exploration of soil fungi from organic and conventional potato soil processing. Exploration in the second experiment used the RBC (*Rose Bengal Chlorampenichol*) culture medium with the addition of the selection active fungicide ingredient in the first experiment at various concentration. So obtained 6 combinations of media arrangements of the second experiment. Fungi that can grow successfully on the media then performed to purification, incubation, and identification. Observational variables in this research were the percentage of media in inhibitory power of fungal growth and fungal identification results by observing macroscopic and microscopic appearance.

The result of fungi isolation on natural forest land were found in 5 type of fungi. There are *Mucor* sp., *Trichoderma longibrachiatum*, *Penicillium* sp. isolate 1, *Fusarium* sp. isolate 1, and *Trichoderma koningii*. The effectiveness test of fungicidal inhibition to soil fungi found in Mankozeb 80% media that can inhibit the growth of non target fungus by not showing the mechanism of inhibition of *Trichoderma longibrachiatum*. Based on the fungi isolation of organic potato field were found five types of fungi that can grow on RBC media without giving Mankozeb 80%, there are *Penicillium* sp. isolate 2, *Penicillium* sp. isolate 3,



*Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. isolate 2, and *Fusarium* sp. isolate 3. In the organic potato soil there is no fungi founded that can grow on the media which is added by active fungicide Mankozeb 80%. While on the conventional potato soil were found three types of fungal isolates, namely *Penicillium* sp. isolate 2, *Penicillium* sp. isolate 3, and *Phytophthora* sp.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat – Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Uji Efektivitas Media Selektif Isolasi *Trichoderma* sp. pada Lahan Kentang (*Solanum tuberosum*) Organik dan Konvensional”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof.Dr.Ir. Abdul Latief Abadi, MS. dan Fery Abdul Choliq, SP.,MP.,M.Sc., selaku dosen pembimbing atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis. Selain itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada ketua jurusan Dr.Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. beserta seluruh dosen dan karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya atas segala keramahan, fasilitas, dan bantuan yang diberikan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dengan memberikan dorongan moral dan material. Penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan hasil yang bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2018

Novia Arinata

## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kota Kediri pada Tanggal 2 November 1995 dan merupakan putri kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sunardi dan Ibu Gunarsih. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Dermo 2 Kota Kediri pada tahun 2002-2008, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 4 Kota Kediri pada tahun 2008-2011. Pada tahun 2011-2014 penulis menempuh pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri 3 Kota Kediri. Tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan memilih minat Hama dan Penyakit Tumbuhan pada tahun 2016.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Teknologi Pupuk dan Pemupukan tahun 2016 serta asisten Teknologi Pestisida Ramah Lingkungan pada tahun 2017. Penulis juga pernah menjadi anggota kepanitian Pendidikan Dasar dan Orientasi Terpadu Keprofesian (PROTEKSI) pada tahun 2017 dan 2018. Penulis juga pernah melaksanakan kegiatan magang kerja di Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur UPT. Matera Medica Batu pada tahun 2017.

## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN</b> .....	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Hipotesis .....	2
1.5. Manfaat .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. <i>Trichoderma</i> sp. ....	4
2.2. <i>Fusarium</i> sp. ....	6
2.3. <i>Penicillium</i> sp. ....	7
2.4. Media Pertumbuhan Mikroba .....	7
2.5. Peran Fungisida Sintetik terhadap Jamur Tanah .....	9
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>11</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	11
3.2. Alat dan Bahan .....	11
3.3. Metode Pelaksanaan .....	11
3.4. Variabel pengamatan .....	19
3.5. Analisis Data .....	19
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>20</b>
4.1. Hasil .....	20
4.2. Pembahasan .....	33
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>36</b>
5.1. Kesimpulan .....	36
5.2. Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>40</b>



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	<i>Trichoderma</i> sp.....	4
2.	Mekanisme mikroparasit <i>Trichoderma</i> sp.....	6
3.	Diagram tahapan penelitian .....	13
4.	Penentuan titik pengambilan sampel.....	17
5.	Hasil isolasi jamur tanah hutan alami pada media RBC .....	20
6.	Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA.....	21
7.	Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA.....	22
8.	Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA.....	22
9.	Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA.....	23
10.	Hasil eksplorasi jamur tanah lahan kentang pada 7 hsi.....	24
11.	<i>Mucor</i> sp.....	25
12.	<i>Penicillium</i> sp.....	26
13.	<i>Fusarium</i> sp. isolat 1 .....	27
14.	<i>Penicillium</i> sp. isolat 2.....	27
15.	<i>Penicillium</i> sp. isolat 3.....	28
16.	<i>Phytophthora</i> sp.....	29
17.	<i>Fusarium</i> sp isolat 2.....	29
18.	<i>Fusarium</i> sp. isolat 3.....	30
19.	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> .....	31
20.	<i>Trichoderma koningii</i> .....	32
<b>LAMPIRAN</b>		
21.	Dokumentasi lahan pengambilan sampel.....	40
22.	Denah pengambilan sampel di Desa Cangar .....	41

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 1.	Jenis media selektif pada percobaan tapap I .....	14
Tabel 2.	Jenis media selektif pada percobaan tahap II .....	15
Tabel 3.	Jenis pengolahan lahan pada percobaan.....	16
Tabel 4.	Uji efektivitas penghambatan media terhadap pertumbuhan jamur .....	21
Tabel 5.	Hasil isolasi jamur tanah dari lahan kentang pada media RBC .....	23

## LAMPIRAN

Tabel 6.	ANOVA uji hambat media terhadap <i>Mucor</i> sp.....	40
Tabel 7.	ANOVA uji hambat media terhadap <i>Trichoderma longibrachiatum</i> .....	40
Tabel 8.	ANOVA uji hambat media terhadap <i>Penicillium</i> sp. isolat 1 .....	40
Tabel 9.	ANOVA uji hambat media terhadap <i>Trichoderma koningii</i> .....	40



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur agens hayati yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman, terutama yang disebabkan patogen tular tanah (*soilborne diseases*). Peran *Trichoderma* sp. sebagai agens hayati bekerja berdasarkan mekanisme antagonis yang dimiliki (Wahyuno *et al.*, 2009). Purwantisari dan Hastuti (2009), menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat melindungi tanaman terhadap patogen tanaman dan menstimulasi pertumbuhan tanaman.

Mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. terhadap patogen adalah mikoparasit dan antibiosis. Selain itu, jamur *Trichoderma* sp. memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Arwiyanto, 2003). Sudantha *et al.* (2011), menambahkan mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu kompetitor ruang dan nutrisi maupun sebagai mikoparasit sehingga mampu menekan aktivitas patogen tular tanah. *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mengendalikan patogen, hal ini dikarenakan masing-masing spesies *Trichoderma* sp. memiliki morfologi dan fisiologi yang berbeda (Widyastuti, 2006).

Jamur *Trichoderma* sp. dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan patogen tular tanah karena secara alamiah terdapat dalam tanah dan aktifitasnya dapat dirangsang dengan modifikasi lingkungan. Selain itu, pemanfaatan *Trichoderma* sp. dalam jangka panjang memiliki biaya relatif lebih murah, aman bagi lingkungan biotik dan dapat digunakan bersama dengan cara pengendalian yang telah ada. Jamur *Trichoderma* sp. dapat tumbuh cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi (Purwantisari dan Hastuti, 2009). Muhibudin *et al.* (2011), menambahkan bahwa keberadaan mikroba tanah berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia tanah karena dapat berperan sebagai dekomposer, penambat unsur hara dan sebagai agens biokontrol.

Potensi *Trichoderma* sp. tersebut dapat digunakan sebagai salah satu indikator tingkat kesuburan tanah. Semakin tinggi kelimpahan *Trichoderma* sp. dalam tanah maka tingkat kesuburan tanah juga semakin tinggi. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai indikator tingkat kesuburan tanah hingga saat ini masih kurang dimanfaatkan karena masih belum ditemukan teknologi khusus untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah sehingga perlu teknologi untuk isolasi *Trichoderma* sp. pada beberapa media.

Isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah menggunakan media agar sulit dilakukan karena masih terdapat pertumbuhan jamur tanah selain *Trichoderma* sp. yang menghambat pertumbuhan *Trichoderma* sp., sehingga perlu media selektif yang dapat mengisolasi *Trichoderma* sp. dari tanah. Menurut Nikmah (2017) menyatakan bahwa media *Rose Bengal Chloramphenicol* efektif untuk menumbuhkan *Trichoderma* sp. dari tanah, namun belum selektif karena masih ditemukan jamur lain yaitu *Penicillium* sp. dan *Fusarium* sp.. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menguji media *Rose Bengal Chloramphenicol* untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp. dari tanah dengan penambahan fungisida. Sehingga diharapkan memperoleh media selektif yang efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah pada media agar sulit dilakukan karena masih ditemukan pertumbuhan jamur lain yang dapat menghambat *Trichoderma* sp. pada media tersebut.
2. Penggunaan fungisida yang tidak didukung dengan pengolahan yang tepat selain dapat mengendalikan jamur patogen juga dapat menekan keberadaan jamur agens hayati termasuk *Trichoderma* sp.

### 1.3. Tujuan

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan komposisi media selektif yang efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah.
2. Mengetahui kelimpahan *Trichoderma* sp. pada pengolahan lahan yang berbeda.

### 1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Media selektif dengan penambahan fungisida dapat mengoptimalkan proses isolasi *Trichoderma* sp. daripada media buatan tanpa penambahan fungisida.
2. Pengolahan lahan tanpa menggunakan fungisida memiliki kelimpahan *Trichoderma* sp. yang lebih tinggi dibanding pada lahan dengan fungisida.



### 1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi terkait komposisi media selektif yang efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah, sehingga dapat digunakan sebagai indikator tingkat kesuburan tanah. Selain itu, dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi terkait pengaruh pengolahan lahan terhadap kelimpahan dan keanekaragaman *Trichoderma* sp.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Trichoderma* sp.

#### 2.1.1. Morfologi *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Agrios (2005), mengklasifikasikan *Trichoderma* sp. dalam anggota Kingdom Fungi, Divisi Ascomycota, Kelas Pyrenomycetes, Ordo Hypocreales, Famili Hypocreaceae, Genus *Trichoderma*, dan Spesies *Trichoderma* sp.

Ciri jamur *Trichoderma* sp. secara umum memiliki koloni berwarna hijau muda sampai hijau tua dengan konidia aseksual berbentuk globus (Harman *et al.*, 2004). Ganjar (1999), menambahkan koloni *Trichoderma* sp. berwarna putih, kuning, hijau muda, sampai hijau tua (Gambar 1a). Percabangan hifa membentuk sudut siku-siku pada cabang utama. Ujung konidiofor terbentuk konidiospora berjumlah 1-3, berbentuk pendek, dengan kedua ujung meruncing berukuran 5-7 x 3-3.5  $\mu\text{m}$ , ujung konidiofor terdapat konidia berbentuk semi bulat hingga oval berukuran 2,8-3,2  $\mu\text{m}$ , berlendir dan berdinding halus dengan warna hijau suram, hijau keputihan, hijau terang atau agak kehijauan (Gambar 1b).



Gambar 1. *Trichoderma* sp. a. Koloni; b. Hifa dan spora (Marianah, 2011)

#### 2.1.2. Ekologi *Trichoderma* sp.

*Trichoderma* sp. secara umum dapat ditemukan dalam tanah, kayu lapuk, dan sisa tanaman dengan spora berwarna hijau (Harman *et al.*, 2004). *Trichoderma* sp. bersifat kosmopolitan dan dapat diisolasi dari tanah, biji-bijian, kertas, tekstil, rizhosfer kentang, gula bit, rumput, jerami, serta kayu. Perkembangan konidia akan lebih pesat apabila terdapat faktor cahaya, luka mekanis, dan keadaan lingkungan seperti nutrisi dan pH (Villasenor, 2012). Suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. karena spesies yang berasal

dari iklim yang lebih hangat memiliki temperatur optimal lebih tinggi. Spesies *Trichoderma* sp. yang termasuk kelompok Longibrachium (*T. citrinoviride*, *T. saturnisporum*) memiliki temperatur optimum tertinggi (38–44°C). Sementara itu, *T. polysporum* dan *T. viride* ditemukan berkembang dengan baik pada suhu yang lebih dingin (20–25°C) (Kubicek dan Harman, 2002).

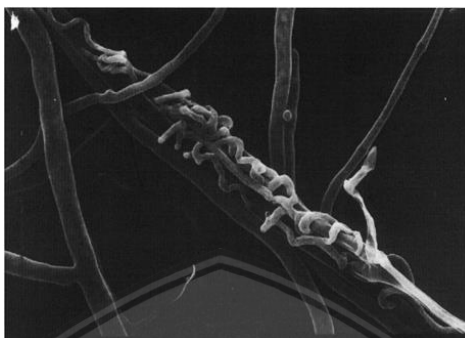
Pertumbuhan *Trichoderma* sp. optimal pada pH antara 4 dan 6,5 dan hanya sedikit *Trichoderma* sp. yang terlihat toleran terhadap pH < 3 (Kubicek dan Harman, 2002). Mulyono *et al.* (1995) dalam Dewi (2005) menyatakan, kandungan senyawa karbohidrat yang terkandung dalam media diperlukan untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp.. Bill *et al.* (1976) dalam Dewi (2006), menyatakan bahwa untuk dapat digunakan sebagai sumber nutrisi yaitu sumber karbon, senyawa karbohidrat harus dihirolisis lebih dahulu oleh enzim selulase menjadi glukosa atau selubiosa. Glukosa ini yang dibutuhkan dalam pertumbuhan konidia *Trichoderma* sp. kandungan karbohidrat yang tinggi akan memacu pertumbuhan konidia *Trichoderma* sp, dimana konidia tersebut akan menjadi kecambah konidia yang akan memparasiti jamur patogen.

### 2.1.3. Mekanisme Antagonis *Trichoderma* sp.

Mekanisme pengendalian menggunakan agens hayati secara umum terbagi menjadi tiga macam, yaitu kompetisi terhadap tempat tumbuh dan nutrisi, antibiosis, dan parasitisme (Baker dan Cook, 1982). Sastrahidayat (1992) dalam Supriati (2010), menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. bertindak sebagai mikoparasit bagi jamur lain dengan tumbuh mengelilingi miselium patogen. Baker dan Scher (1987), berpendapat bahwa mikoparasitisme dari *Trichoderma* sp. merupakan suatu proses yang kompleks dan terdiri dari beberapa tahap dalam menyerang inangnya. Interaksi awal dari *Trichoderma* sp. yaitu dengan cara membelokkan hifa ke jamur inang. Hifa *Trichoderma* sp. tumbuh memanjang, kemudian membelit dan mempenetrasi hifa jamur inang dengan bantuan enzim kitinase, glukonase, dan protease untuk mendegradasi dinding sel jamur inang (Gambar 2) yang selanjutnya menggunakan isi hifa inang sebagai makanan sehingga hifa inang mengalami vakuolasi, lisis, dan akhirnya hancur (Widyastuti, 2001).

*Trichoderma* sp. menghasilkan enzim dan senyawa antibiosis yang mampu menghambat bahkan membunuh patogen. Antibiosis merupakan mekanisme antagonis hasil metabolit sekunder suatu mikroorganisme penyebab lisis, enzim, senyawa folatil dan non-folatil atau toksin. Harman *et al.* (2004) menyatakan,

meskipun mikroparasitisme dianggap sebagai antagonisme yang utama namun metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma* sp. juga berperan penting sebagai antijamur. Satu mekanisme penghambatan *Trichoderma* sp. tidak dapat bekerja sendiri untuk menghasilkan penghambatan yang signifikan (Berlian *et al.*, 2013).



Gambar 2. Mekanisme mikroparasit *Trichoderma* sp. (Howell, 2005)

## 2.2. *Fusarium* sp.

Genus *Fusarium* adalah salah satu genus jamur yang sangat penting secara ekonomi dan merupakan spesies patogenik yang menyebabkan penyakit layu pada berbagai tanaman. Banyak spesies *Fusarium* yang berada dalam tanah bertahan sebagai kladospora atau sebagai hifa pada sisa tanaman dan bahan organik lain. *Fusarium* sp. termasuk organisme heterotrofik, sehingga memerlukan senyawa organik untuk nutrisinya. Jika cendawan ini hidup pada senyawa organik terlarut, maka cendawan ini bersifat saprofit.. Menurut Achmad (2009), *Fusarium* sp. tumbuh baik pada kisaran pH 5-8. Booth (1971) menjelaskan bahwa pH yang digunakan dalam pembiakan *F. oxysporum* adalah 6,5-7,0. Menurut Semangun (1996), *Fusarium* sp. yang termasuk kedalam suku Tuberculariaceae mempunyai beberapa macam spora, yaitu konidium yang besar disebut makrokonidium, berbentuk sabit atau kait dengan ujung runcing. Konidium yang lebih kecil, disebut mikrokonidium dapat mempunyai bentuk yang sama atau berbeda dengan makrokonidium. Mikrokonidium yang bentuknya sama dengan makrokonidium mempunyai ukuran yang lebih kecil dan mempunyai sekat lebih sedikit, sedangkan yang bentuknya berbeda, dapat bulat, bulat telur, ginjal, lanset dan sebagainya. Mikrokonidium terkadang berbentuk rantai. Kladospora yang berdinding tebal dapat dibentuk oleh hifa secara terminal ataupun interkalar, maupun oleh makrokonidium. Kladospora ini dapat berfungsi sebagai alat untuk mempertahankan diri (Achmad, 2009).



### 2.3. *Penicillium* sp.

*Penicillium* sp. adalah genus fungi dari ordo Hypomycetes, filum Ascomycota. Ciri morfologi *Penicillium* yaitu memiliki hifa bersepta, konidia, sterigma, dan konidiospora (Kurasein, 2009). *Penicillium* sp. mempunyai hifa bersepta, miselium bercabang, konidiospora yang muncul di atas permukaan, spora dengan sterigma yang berkelompok, dan konidia membentuk rantai (Fardiaz, 1989). *Penicillium* sp. pada beberapa spesies, miselium berkembang menjadi sklerotium (Pelczar, 2005). *Penicillium* sp. mempunyai hifa vegetative yang disebut dengan hifa udara (*aerial hyphae*). *Penicillium* sp. berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora yang dihasilkan dalam suatu kantong (askus) yang disebut askospora dan secara aseksual dengan membentuk konidiospora, yaitu spora yang dihasilkan secara berantai pada ujung suatu hifa (Pohan, 2009). Bentuk sel konidiospora pada kapang *Penicillium* sp. adalah seperti botol dengan leher panjang atau pendek, jamur ini berwarna hijau kebiruan. *Penicillium* sp. termasuk jamur yang tidak bersifat patogen kecuali *Penicillium marneffe* (Gandjar et. al., 2006). Pertumbuhan *Penicillium* sp. dipengaruhi oleh faktor-faktor yang penting, yaitu : substrat, kelembaban, suhu, dan pH. *Penicillium* sp. dapat hidup pada kelembaban yang rendah yaitu 80%. Suhu yang optimum untuk pertumbuhannya adalah 25°C (Gandjar et al., 2006). Menurut penelitian Indahwati (2009), pH optimum yang dihasilkan oleh 25°C berkisar 3,15-4,34.

### 2.4. Media Pertumbuhan Mikroba

Media pertumbuhan mikroba merupakan suatu campuran nutrisi yang digunakan mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang pada media tersebut. Komposisi media pertumbuhan mikroba dapat dimanipulasi untuk tujuan isolasi dan identifikasi mikroorganisme tertentu sesuai dengan tujuan pembuatan media. Sutedjo (1996) mengungkapkan, media merupakan suatu bahan yang terdiri dari campuran zat-zat hara (*nutrient*) yang berguna untuk membiakan mikroba untuk dilakukan isolasi, perbanyakan, pengujian sifat-sifat fisiologis, dan perhitungan jumlah mikroba. Selain itu, perlu mengetahui habitat pertumbuhan mikroba dalam membantu pemilihan media yang cocok untuk pertumbuhan suatu mikroorganisme di laboratorium karena mikroorganisme memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda (Lee, 1983).

Media pertumbuhan mikroba sebagai pengganti keadaan alam perlu dirancang sesuai keadaan lingkungan yang tepat secara sintesis, maka perlu

persyaratan tertentu supaya mikroba dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dalam media. Persyaratan tersebut yaitu :

1. Media harus mengandung semua unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba.
2. Media harus mempunyai tekanan osmosis, tegangan permukaan dan pH yang sesuai dengan kebutuhan mikroba.
3. Media harus dalam keadaan steril.

Berdasarkan kandungan nutrisi, media dapat dibedakan menjadi beberapa macam (Pratiwi, 2008) :

1. Definitif media (*synthetic media*)

Definitif media merupakan media yang komponen penyusunnya sudah diketahui atau ditentukan. Media ini secara umum digunakan dalam penelitian untuk mengetahui kebutuhan nutrisi mikroorganisme

2. Media kompleks (*complex media*)

Media kompleks merupakan media yang tersusun dari komponen yang secara kimia tidak diketahui dan diperlukan karena kebutuhan nutrisi mikroorganisme tertentu tidak diketahui.

3. Media umum (*general media*)

Media umum merupakan media pendukung bagi banyak pertumbuhan mikroorganisme.

4. Media penyubur (*enrichment media*)

Media penyubur merupakan media yang berguna untuk mempercepat pertumbuhan mikroorganisme tertentu. Media ini digunakan apabila untuk menumbuhkan salah satu mikroorganisme dari kultur campuran. Media ini menggunakan bahan atau zat yang serupa dengan habitat tempat mengisolasi mikroorganisme tersebut.

5. Media selektif (*selective media*)

Media selektif merupakan media yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu (seleksi) dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang lain.

6. Media diferensial (*differential media*)

Media diferensial digunakan untuk membedakan kelompok mikroorganisme dan bahkan dapat digunakan untuk identifikasi.

7. Media khusus

Media yang ditambahkan bahan khusus untuk menstimulasi pertumbuhan mikroba.

Menurut Nikmah (2017) menyatakan bahwa terdapat media yang efektif untuk menumbuhkan *Trichoderma* sp. dari tanah yaitu media *Rose Bengal Chloramphenicol* (RBC), namun media tersebut masih belum selektif karena masih terdapat jamur lain. Media RBC merupakan media yang mengandung pepton, glukosa,  $K_2HPO_4$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , *Rose Bengal*, *Chloramphenicol*, agar dan aquades. Jarvis (1973) menyatakan bahwa media dengan pH 7-7,2 yang dilengkapi dengan antibakteri *Chloramphenicol* dan agen menghambat jamur *Rose Bengal* dapat menghambat pertumbuhan bakteri serta membatasi pertumbuhan koloni jamur.

## 2.5. Peran Fungisida Sintetik terhadap Jamur Tanah

Fungisida merupakan bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk memberantas dan mencegah jamur (Wudianto, 2007). Sudirman (2009), menambahkan penggunaan fungisida menimbulkan pengaruh buruk terhadap lingkungan. Penggunaan fungisida selain dapat menekan jamur patogen juga dapat berpengaruh terhadap keberadaan jamur menguntungkan. Penggunaan fungisida bertujuan untuk membunuh jamur penyebab penyakit pada tanaman, akan tetapi selain membunuh jamur penyebab penyakit fungisida dapat membunuh jamur menguntungkan (Assyakur, 2007).

Bedasarkan penelitian yang dilakukan Sofida (2004), diketahui bahwa fungisida berbahan aktif Benomyl, Metalaksil, Mankozeb, dan Propineb secara berurutan dapat menurunkan intensitas serangan penyakit layu *Fusarium* secara berurutan menjadi 35.56%, 44.56%, 45.18%, dan 45.63% dari intensitas serangan pada perlakuan kontrol atau tanpa hambatan fungisida sebesar 72.00%. Berikut merupakan beberapa jenis fungisida yang umum digunakan, diantaranya :

### 1. Benomyl

Benomyl merupakan turunan dari komponen carbendazim sebagai fungisida sistemik benzimidazole. Benomyl mempunyai peranan penting dalam pengendalian penyakit tanaman untuk mencegah pertumbuhan fungi. Telah banyak penelitian menyebutkan bahwa penggunaan benomyl telah mampu mengendalikan pertumbuhan fungi pada komoditas kacang-kacangan, sayuran, dan buah-buahan (Dondy *et al.*, 2016 )

## 2. Metalaksil

Metalaksil adalah fungisida sistemik dari golongan benzenoid yang digunakan untuk tanaman didataran rendah, sebagai *soil-treatment* untuk mengendalikan patogen tular tanah dan juga dapat sebagai *seed-treatment* untuk mengendalikan penyakit rebah kecambah (Vyas, 1984).

## 3. Menkozeb

Mankozeb adalah bahan aktif yang merupakan sub kelas dari pestisida karbamat yang disebut ditiokarbamat. Fungisida ini merupakan fungisida kontak yang berfungsi melindungi tanaman dari serangan jamur lebih lanjut dengan membentuk lapisan tipis pada permukaan tanaman dan secara perlahan mengeluarkan senyawa tertentu yang mengganggu aktivitas jamur. Fungisida ini mencegah pembentukan spora pada jamur sehingga tidak dapat menyebar (Djojoseumarto, 2000).

## 4. Propineb

Propineb mengandung bahan detergen yaitu bahan yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan tepung pembawa pestisida untuk dicampurkan dalam air supaya menempel pada permukaan tanaman. Selain itu, ditambahkan bahan perekat dan perata supaya pestisida dalam bentuk WP seperti Propineb dapat menempel pada permukaan tanaman yang berlipis. Kandungan bahan aktif Propineb sebesar 50-85% (Wudianto, 2000).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian bertempat di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian dan Laboratorium sentral ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang. Pengambilan sampel tanah uji dari hutan alami UB *Forest*, lahan pertanian kentang organik di Kebun Percobaan Cangar UB dan kentang konvensional milik Bapak Sugeng di Desa Cangar Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Waktu Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juli 2018.

#### 3.2. Alat dan Bahan

##### 3.2.1. Pengambilan sampel tanah

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah adalah sekop untuk mengambil sampel tanah, kantong plastik untuk wadah sampel tanah, kertas label dan spidol untuk memberi label, termos es untuk wadah sampel tanah selama pengambilan sampel menuju laboratorium. Bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah es batu untuk menjaga kelembaban sampel tanah dan air bersih untuk membersihkan alat saat pengambilan sampel.

##### 3.2.2. Isolasi, purifikasi, dan identifikasi jamur

Alat yang digunakan adalah timbangan, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes, mikro pipet, cawan Petri, mikroskop, objek glas, *cover glass*, jarum ose, *Laminar Air Flow* (LAF), bunsen, korek api, gelas kimia, panci, kompor listrik, pengaduk, penanda, gelas ukur, botol media, dan autoklaf.

Bahan yang digunakan adalah sampel tanah uji, aquades steril, alkohol 70%, spirtus, plastik wrap, alumunium foil, dan tisu. Media biakan yang digunakan yaitu media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA) instan dan media *Rose Bengal*. Antibakteri yang digunakan yaitu *Chloramphenicol*. Komponen antijamur yang ditambahkan yaitu beberapa jenis fungisida antara lain; Benlate 50 WP berbahan aktif Benomyl 50 %, Dithane M-45 80 WP berbahan aktif Mankozeb 80 %, Antaracol 70 WP berbahan aktif Propineb 70 %, dan Starmyl 25 WP berbahan aktif Metalaksil 25% sebagai bahan untuk menekan pertumbuhan jamur *non target*.

#### 3.3. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode survei, eksplorasi, dan komparasi. Metode survei dilakukan dengan cara mengamati dan mendapatkan informasi terkait kondisi lahan. Metode eksplorasi bertujuan untuk mengetahui

keanekaragaman *Trichoderma* sp. dari tanah pada berbagai pengolahan lahan. Metode komparasi dilakukan untuk membandingkan *Trichoderma* sp. dari berbagai komposisi media selektif. Pelaksanaan penelitian menggunakan dua tahapan percobaan. Percobaan tahap pertama bertujuan untuk mendapatkan media selektif RBC dengan penambahan beberapa jenis fungisida untuk menekan pertumbuhan jamur selain *Trichoderma* sp. Percobaan tahap pertama menggunakan sampel tanah dari hutan alami UB Forest yang tidak tercemar. Lahan hutan alami merupakan reservoir mikroba sehingga diindikasikan memiliki biodiversitas mikroba yang tinggi. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan, sehingga didapatkan 75 satuan percobaan pada percobaan tahap pertama dan 36 satuan percobaan pada percobaan tahap kedua. Hasil dari percobaan tahap pertama yaitu dua media yang paling efektif untuk menekan pertumbuhan jamur lain dengan mekanisme penghambatan yang rendah terhadap *Trichoderma* sp. Media yang terseleksi kemudian digunakan sebagai media eksplorasi *Trichoderma* sp. dari lahan kentang organik dan konvensional pada percobaan tahap kedua. Percobaan tahap kedua yaitu isolasi jamur tanah dari pengolahan lahan kentang organik dan konvensional. Percobaan tahap kedua menggunakan media RBC yang terseleksi pada percobaan tahap pertama dengan menggunakan berbagai konsentrasi fungisida. Jamur yang berhasil tumbuh pada media kemudian dilakukan purifikasi, inkubasi, dan identifikasi makroskopis maupun mikroskopis (Gambar 3).



Gambar 1. Diagram tahapan penelitian

### 3.3.1. Pembuatan Media

#### 1. Pembuatan media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA)

Pembuatan media PDA dengan cara melarutkan 39 gram PDA instan pada 1000 ml aquades steril. Larutan kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Larutan didinginkan hingga mencapai suhu 43-46°C. *Chloramphenicol* dilarutkan dalam  $\pm$  2 ml aquades steril dan ditambahkan pada media yang telah di autoklaf.

PDA merupakan media yang mengandung sari kentang, *dextrose*, dan agar sebagai media pertumbuhan jamur. Penambahan *Chloramphenicol* berfungsi sebagai antibiotik untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada media biakan (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis media selektif pada percobaan tahap I

No.	Jenis media	Deskripsi Media
1.	Kontrol	Media PDA
2.	Benomyl 50%	Media PDA dengan 0.8 gr/l Benomyl 50%
3.	Mankozeb 80%	Media PDA dengan 0.8 gr/l Mankozeb 80 %
4.	Propineb 70%	Media PDA dengan 0.8 gr/l Propineb 70 %
5.	Metalaksil 25%	Media PDA dengan 0.8 gr/l Metalaksil 25 %

#### 2. Pembuatan media *Rose Bengal Chloramphenicol* (RBC)

Pembuatan media RBC dengan cara melarutkan 16 gram *Rose Bengal agar base* pada 500 ml aquades steril. Larutan kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Larutan didinginkan hingga mencapai suhu 43-46°C. *Chloramphenicol* dilarutkan dalam  $\pm$  2 ml aquades steril dan ditambahkan pada media yang telah di autoklaf. Penambahan bahan aktif fungisida Benomyl 50 %, Mankozeb 80 %, Propineb 70 %, dan Metalaksil 25% sebanyak 0.8 gr/l pada media sebagai bahan pengujian untuk mencegah pertumbuhan jamur *non target*.

RBC merupakan media selektif yang mengandung pepton, *dextrose*, *potassium phosphate*, magnesium sulfat, *Rose Bengal*, *Chloramphenicol* I, dan agar dengan pH 7-7.2 dan suhu 25°C (Jarvis, 1973). Penghambat yang digunakan dalam media RBC adalah *Rose Bengal* dan *Chloramphenicol*. *Rose Bengal* merupakan media selektif untuk mendeteksi dan menghitung kepadatan khamir dan jamur. pH yang masam pada media *Rose Bengal* dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan demikian mendorong

pertumbuhan jamur (Himedia, 2011), sedangkan penambahan *Chloramphenicol* bertujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Jarvis (1973) menyebutkan media yang dilengkapi oleh antibakteri yaitu koramfenikol dapat membatasi pertumbuhan jamur. Fungisida yang ditambahkan dalam media bertujuan untuk menekan pertumbuhan jamur *non target*. Berdasarkan penelitian Nikmah (2017) menyebutkan bahwa media selektif RBC masih terdapat koloni *Fusarium* sp. dan *Penicillium* sp.

Susunan media selektif pada percobaan tahap kedua menggunakan media yang telah terseleksi pada percobaan tahap pertama. Pembuatan media selektif pada percobaan II dengan menambahkan fungisida pada berbagai konsentrasi antara lain 0 gr/l, 0.07 gr/l, 0.15 gr/l, 0.3 gr/l, 0.8 gr/l, dan 1.3 gr/l ke dalam media selektif yang terseleksi (Tabel 2).

Tabel 2. Jenis media selektif pada percobaan tahap II

No.	Jenis media	Deskripsi Media
1	RBC	Media RBC kontrol
2	RBC + 0.075 x	Media RBC dengan 0.07 gr/l fungisida
3	RBC + 0.15 x	Media RBC dengan 0.15 gr/l fungisida
4	RBC + 0.3 x	Media RBC dengan 0.3 gr/l fungisida
5	RBC + 0.8 x	Media RBC dengan 0.8 gr/l fungisida
6	RBC + 1.3 x	Media RBC dengan 1.3 gr/l fungisida

\* x adalah fungisida yang terseleksi pada percobaan tahap I

### 3.3.2. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah berasal dari hutan alami UB *Forest*, lahan pertanian kentang organik Kebun Percobaan Cangar UB, dan lahan pertanian kentang konvensional milik Bapak Sugeng (Tabel 3). Sampel tanah dari berbagai pengolahan lahan bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari media selektif tersebut untuk mengisolasi *Trichoderma* sp. dari tanah dan mengetahui pengaruh pengolahan lahan terhadap kelimpahan *Trichoderma* sp. dari tanah. Perbedaan pengolahan lahan dapat menyebabkan kelimpahan *Trichoderma* sp. yang berbeda hal ini dikarenakan keberadaan populasi dan keberagaman mikroorganisme akan ditemukan pada tanah yang memiliki sifat yang memungkinkan mikroorganisme bertahan hidup. Widyawati (2013) menyatakan, mikroorganisme dan tanaman memiliki hubungan simbiosis mutualisme. Kehidupan mikroorganisme tanah berperan dalam produktivitas dan pertumbuhan tanaman, sedangkan pada

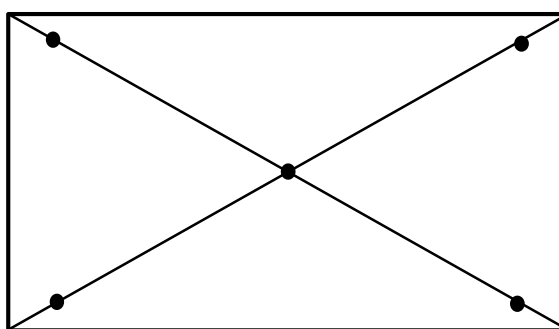


tanaman mikroorganisme berperan dalam penyedia bahan organik ke dalam tanah melalui eksudat akar atau produksi seresah.

Tabel 3. Jenis pengolahan lahan pada percobaan

No.	Jenis Pengolahan Lahan	Deskripsi Lahan
1	Lahan A (Lahan kentang organik)	Budidaya dilakukan secara organik dengan memanfaatkan pupuk kandang dari kotoran ayam dan kapur. Aplikasi PGPR pada lahan diberikan apabila diperlukan. Penyakit yang umum menyerang adalah karat daun dan layu daun dengan katagori serangan rendah. Pengendalian penyakit dilakukan secara mekanis dengan memangkas bagian tanaman yang terserang penyakit. Rotasi tanam dengan tanaman wortel dan beet.
2	Lahan B (Lahan kentang Konvensional)	Budidaya dilakukan secara konvensional dengan menggunakan pupuk kimia ZA, Urea, dan NPK. Penyakit yang umum menyerang adalah karat daun, layu daun, dan busuk buah dengan intensitas serangan sedang. Pengendalian penyakit dilakukan secara kimiawi menggunakan fungisida sintetik berbahan aktif Propineb 70 % yang diaplikasikan secara terjadwal 2-3 kali setiap minggu. Rotasi tanam dengan tanaman wortel, cabai, dan tomat.
3	Lahan H (Lahan hutan alami)	Tanah hutan alami yang digunakan berasal dari lahan hutan alami UB <i>Forest</i> yang belum tercemar dan belum ada intervensi manusia.

Prosedur pengambilan sampel tanah yaitu menentukan terlebih dahulu titik pengambilan sampel tanah. Penentuan titik pengambilan sampel tanah berdasarkan Saraswati *et al.*, (2007) dapat dilakukan secara komposit. Titik pengambilan sampel tanah terdiri dari lima titik pengambilan sampel pada setiap pengolahan lahan (Gambar 4). Tanah pada masing-masing sampel diambil menggunakan sekop dengan kedalaman 15-20 cm dekat pada perakaran tanaman dan dikompositkan. Sampel tanah yang telah dikompositkan dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label. Sampel tanah dimasukkan dalam kotak es agar terhindar dari suhu tinggi. Pemberian es batu pada kotak es dilakukan apabila perjalanan sampel tanah ke laboratorium memerlukan waktu lama (Stiaraswa *et al.*, 2007). Peralatan disterilisasi menggunakan alkohol, aquades, dan dievaporasi dengan nyala api untuk setiap pengambilan sampel pada titik yang berbeda.



Gambar 2. Penentuan titik pengambilan sampel

### 3.3.3. Isolasi Jamur Tanah

Metode isolasi jamur tanah dilakukan dengan menggunakan metode *dillution plate*. Metode *dillution plate* dilakukan berdasarkan Saraswati *et al.*, (2007) yaitu 1 gr tanah dimasukkan dalam tabung reaksi lalu ditambah aquades steril hingga 10 ml. kemudian digojok hingga homogen. Mengambil 1 ml larutan yang sudah homogen untuk dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambah aquades steril hingga 10 ml. Hal tersebut dilakukan sampai tingkat pengenceran  $10^{-3}$ . Menuangkan 1 ml hasil pengenceran dalam cawan Petri berisi media yang digunakan pada percobaan dan meratakan dengan L-stik. Isolasi jamur dari tanah dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan penanaman pada *Laminar Air Flow* (LAF) untuk mencegah kontaminasi.

### 3.3.4. Purifikasi

Purifikasi atau disebut juga pemurnian adalah pemisahan satu jenis mikroorganisme yang diinginkan dari media inokulasi dari beberapa macam mikroorganisme dalam satu media. Purifikasi isolat patogen adalah suatu cara untuk memisahkan satu patogen dari patogen lainnya yang tujuannya untuk mendapatkan biakan yang murni (Agrios, 2005). Purifikasi pada percobaan dilakukan untuk mendapatkan koloni Jamur yang akan diidentifikasi berdasarkan kenampakan morfologi meliputi warna koloni dan bentuk koloni. Pengambilan sampel jamur dilakukan menggunakan jarum ose dan ditanam pada media agar padat. Kegiatan penanaman dilakukan dalam *Laminar Air Flow* (LAF) untuk mencegah kontaminasi selama proses purifikasi. Inkubasi hasil purifikasi dan dilakukan pengamatan pada koloni. Inkubasi jamur berdasarkan metode Riddel dalam Hafsah *et al.* (2016) yaitu dengan menginokulasikan spora jamur pada objek gelas yang telah berisi potongan media agar cair. Tutup potongan agar dengan *cover glass* kemudian inkubasi preparat selama 2-3 hari pada suhu 28-30°C. Proses pembuatan preparat dilakukan dalam LAF. Inkubasi preparat diletakkan

pada wadah yang telah dialasi tisu lembab dan ditutup rapat agar tidak terkontaminasi oleh spora jamur udara. Tujuan inkubasi untuk menumbuhkan spora jamur pada preparat sehingga lebih mudah saat identifikasi menggunakan mikroskop.

### 3.3.5. Identifikasi

Identifikasi dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi *Trichoderma* sp. dan jamur yang tumbuh dalam cawan. Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis berdasarkan buku identifikasi jamur A Revision of Genus *Trichoderma* (Rifai, 1969), *Trichoderma* and *Gliocladium* (Kubicek *et al.*, 2002), dan sumber pendukung lain. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan menumbuhkan isolat murni dari jamur yang akan diamati pada cawan Petri yang berisi media PDA. Penanaman dilakukan pada *Laminar Air Flow* (LAF) untuk mencegah kontaminasi. Identifikasi jamur secara makroskopis dilihat berdasarkan warna, bentuk, permukaan, pola persebaran koloni, dan waktu yang dibutuhkan koloni untuk memenuhi cawan Petri (*full plate duration*). Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati spora jamur hasil inkubasi dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x (40x10). Pengamatan mikroskopis meliputi ada atau tidak septa pada hifa, pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa (gelap atau hialin), ada atau tidak konidia, warna konidia, bentuk konidia (bulat, lonjong, elips, oval, atau tidak beraturan).

### 3.3.6. Pengujian Daya Hambat Media terhadap Pertumbuhan Jamur

Pengujian daya hambat sesuai dengan metode yang digunakan Yuliana *et al.*, (1987) dalam Khalimi dan Wirya (2009). Pengujian daya hambat dilakukan dengan menguji aktivitas jamur pada berbagai susunan media selektif. Pengujian dilakukan dengan menginokulasikan jamur pada tengah media yang telah memadat. Kontrol dibuat dengan mengisolasi jamur pada tengah media selektif RBC dengan konsentrasi fungisida 0 gr/l. Pengujian daya hambat dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni jamur pada setiap perlakuan. Presentase daya hambat dihitung dengan membandingkan diameter jamur pada media dengan pemberian fungisida dengan jamur pada media kontrol. Daya hambat dihitung setelah jamur pada kontrol memenuhi cawan Petri dengan rumus (Rai, 2006):

$$\text{Daya hambat (\%)} = \frac{\text{diameter koloni kontrol} - \text{diameter koloni perlakuan}}{\text{diameter koloni kontrol}} \times 100\%$$

### 3.4. Variabel pengamatan

#### 3.4.1. Presentase Daya Hambat Media terhadap Pertumbuhan Jamur

Presentase daya hambat media selektif dalam menekan pertumbuhan jamur dilakukan dengan membandingkan diameter jamur pada media yang diberi fungisida dengan jamur pada media kontrol. Media selektif dengan presentase penghambatan tertinggi terhadap jamur *non target* dengan presentase penghambat yang rendah terhadap *Trichoderma* sp. digunakan untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah pada percobaan tahap kedua.

#### 3.4.2. Identifikasi Jamur Hasil Isolasi

Identifikasi jamur dari tanah dilakukan dengan mengamati kenampakan secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi jamur secara makroskopis dilihat berdasarkan warna, bentuk, permukaan, pola persebaran koloni, dan waktu yang dibutuhkan koloni untuk memenuhi cawan Petri (*full plate duration*). Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati spora jamur hasil inkubasi dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x (Saraswati *et al.*, (2007).

### 3.5. Analisis Data

Data hasil pengujian fungisida dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Varians*). Apabila uji F menunjukkan pengaruh yang nyata, lalu dilanjutkan dengan uji beda rata-rata *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil

#### 4.1.1. Uji Efektivitas Penghambatan Media terhadap Jamur yang ditemukan

Hasil eksplorasi jamur tanah menggunakan media *Rose Bengal Cholanphenicol* (RBC) pada lahan hutan alami UB Forest berdasarkan perbedaan karakteristik morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis didapatkan 5 isolat jamur yang berbeda. Jamur tanah yang didapat yaitu *Mucor* sp., *Trichoderma* sp. *longibrachiatum*, *Penicillium* sp. isolat 1, *Fusarium* sp. isolat 1, dan *Trichoderma koningii* (Gambar 5). Berdasarkan hasil isolasi jamur tanah hutan alami menunjukkan bahwa media RBC efektif untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp. akan tetapi jamur *non target* mampu tumbuh pada media tersebut.



Gambar 1. Hasil isolasi jamur tanah hutan alami pada media RBC 7 hsi

Berdasarkan hasil uji efektivitas penghambatan media selektif menunjukan bahwa media PDA dengan penambahan fungisida Mankozeb 80% merupakan media yang paling selektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dibandingkan Benomyl 50%, Metalaksil 25%, dan Propineb 70%. Fungisida berbahan aktif Mankozeb 80% dapat menghambat pertumbuhan jamur *non target* dengan tidak menghambat pertumbuhan *Trichoderma* sp.. Tingkat penghambatan Mankozeb 80% terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. yaitu 61.25% dan penghambatan terhadap jamur *non target* sebesar 100%. Benomyl 50% menghambat pertumbuhan jamur sebesar 97.10% hingga 100%. Tingkat penghambatan Metalaksil 25% terhadap pertumbuhan jamur tidak berbeda secara signifikan dibandingkan kontrol. Pengujian daya hambat media Propineb 70% menunjukan *Trichoderma* sp. mampu tumbuh pada media tersebut



akan tetapi *Penicillium* sp. mampu tumbuh dengan presentase penghambatan media sebesar 77.11% (Tabel 4).

Tabel 1. Uji efektivitas penghambatan media terhadap pertumbuhan jamur

Perlakuan	Daya Hambat Media (%)				
	a	b	c	d	e
Kontrol	0a	0a	0a	0a	0a
Benomyl 50%	100c	100c	97.10d	100b	100c
Metalaksil 25%	10.90b	-5.13a	35.81b	0a	0a
Mankozeb 80%	100c	61.25b	100d	100b	100c
Propineb 70%	100c	57.18b	77.11c	100b	41.85b

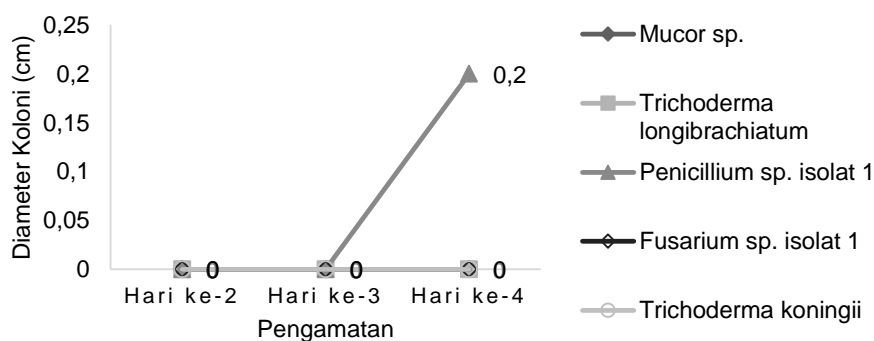
\*Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan beda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Keterangan : (a) *Mucor* sp., (b) *Trichoderma longibrachiatum*, (c) *Penicillium* sp. Isolat 1, (d) *Fusarium* sp. Isolat 1, dan (e) *Trichoderma koningii*

#### 4.1.2. Pertumbuhan Koloni Jamur pada Media PDA dengan Penambahan Fungisida

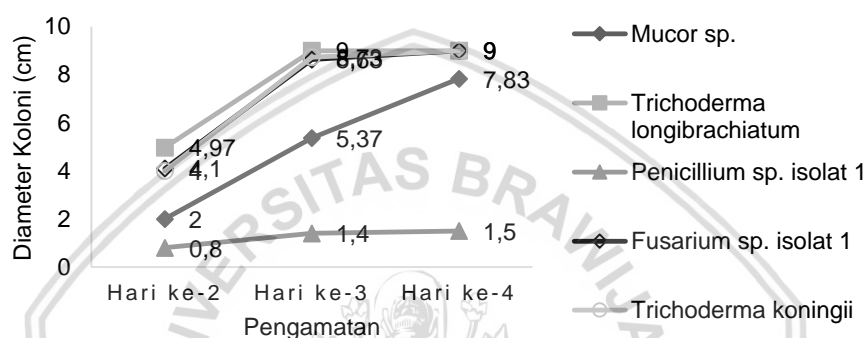
Pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan penambahan fungisida menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang memiliki kecepatan tumbuh yang paling cepat dibandingkan jamur *non target* pada berbagai fungisida. Pertumbuhan koloni *Trichoderma* sp. pada media yang diujikan mampu memenuhi cawan (*full plate duration*) pada hari ketiga sampai hari kelima setelah isolasi. Fungisida Metalaksil 25% merupakan fungisida yang memiliki daya penghambatan terendah terhadap pertumbuhan koloni jamur *non target* dibandingkan Benomyl 25%, Mankozeb 80%, dan Propineb 70%.

Gambar 6 merupakan grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan penambahan Benomyl 50%. Berdasarkan grafik menunjukkan bahwa *Penicillium* sp. mampu tumbuh pada media Benomyl 50% dengan diameter pertumbuhan koloni 0.2 cm pada pengamatan hari keempat.



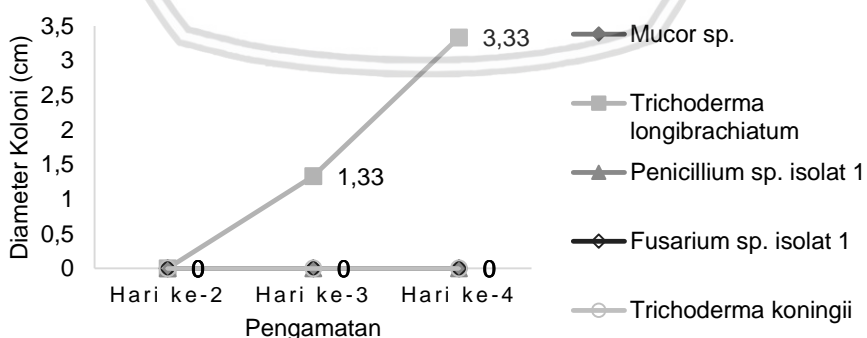
Gambar 2. Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan Benomyl 50%

Gambar 7 merupakan grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan penambahan fungisida Matalaksil 25%. Berdasarkan grafik menunjukan bahwa kelima isolat jamur uji mampu tumbuh pada media Metalaksil 25%. *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. pada media Metalaksil 25% memiliki kecepatan pertumbuhan koloni yang sama yaitu dapat memenuhi cawan (*full plate duration*) pada pengamatan hari ketiga setelah isolasi. Diameter pertumbuhan koloni *Mucor* sp. dan *Penicillium* sp. pada media Metalaksil 25% secara berurutan sebesar 7.83 cm dan 1.5 cm pada pengamatan hari keempat setelah isolasi.



Gambar 3. Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan Metalaksil 25%

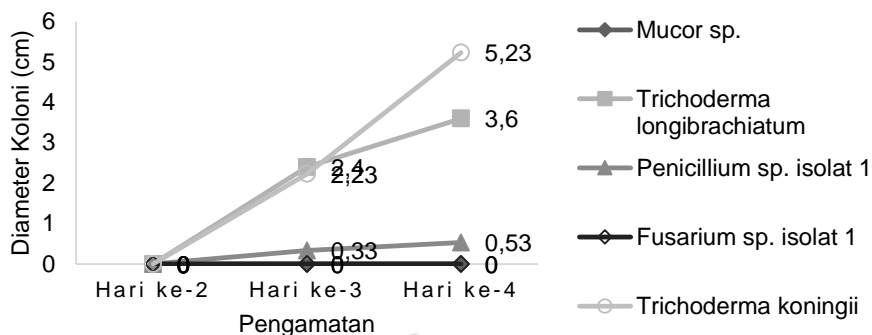
Gambar 8 merupakan grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan penambahan Fungisida Mankozebe 80%. Berdasarkan grafik menunjukan bahwa hanya *Trichoderma longibrachiatum* yang mampu tumbuh pada media Mankozebe 80% dengan diameter koloni pada pengamatan hari keempat setelah isolasi sebesar 3.33 cm.



Gambar 4. Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan Mankozebe 80

Gambar 9 merupakan grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan penambahan Fungisida Propineb 70%. Berdasarkan grafik menunjukan

bahwa diameter pertumbuhan koloni *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma koningii*, dan *Penicillium* sp. pada hari keempat setelah isolasi secara berurutan yaitu 3.6 cm, 5.23 cm, dan 0.53 cm.



Gambar 5. Grafik pertumbuhan koloni jamur pada media PDA dengan Propineb 70%

#### 4.1.3. Eksplorasi Jamur Tanah dari Lahan Kentang Organik dan Konvensional

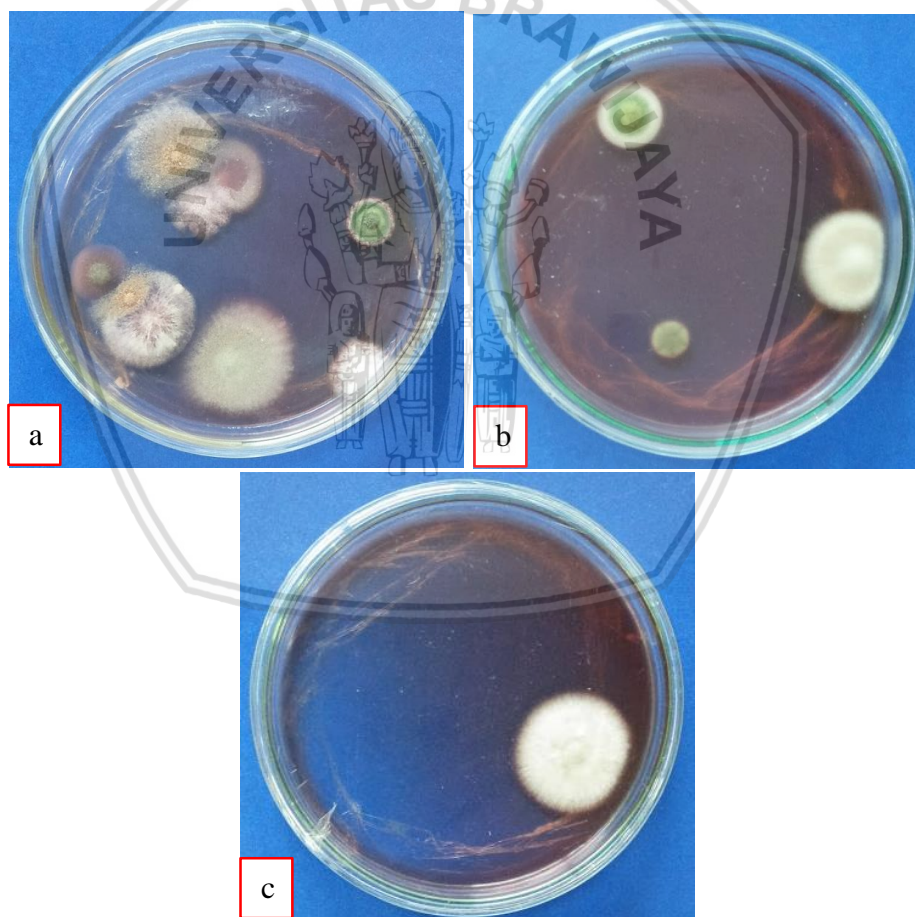
Percobaan tahap kedua bertujuan untuk mendapatkan komposisi media selektif yang efektif untuk isolasi dan eksplorasi *Trichoderma* sp. pada lahan kentang organik dan konvensional menggunakan media yang telah terseleksi pada percobaan tahap pertama dengan konsentrasi bahan aktif 0 gr/l, 0.075 gr/l, 0.15 gr/l, 0.3 gr/l, 0.8 gr/l, dan 1.3 gr/l yang ditambahkan pada media biakan RBC (Tabel 5).

Tabel 2. Hasil isolasi jamur tanah dari lahan kentang pada media RBC menggunakan Mankoze 80%

No	Jamur yang ditemukan	Konsentrasi Mankoze 80% pada media biakan RBC (gr/l)											
		Organik						Konvensional					
		0	0.07	0.15	0.3	0.8	1.3	0	0.07	0.15	0.3	0.8	1.3
1	<i>Penicillium</i> sp. isolat 2	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
2	<i>Penicillium</i> sp. isolat 3	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
3	<i>Phytophthora</i> sp.	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	<i>Fusarium</i> sp. isolat 2	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Fusarium</i> sp. isolat 3	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah jenis jamur		5	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1

Hasil isolasi sampel tanah dari dua lahan kentang menggunakan media biakan RBC didapatkan lima jenis jamur yang dapat tumbuh pada media tersebut berdasarkan perbedaan kenampakan makroskopis jamur. Berdasarkan hasil isolasi jamur tanah lahan kentang organik ditemukan lima jenis jamur yang dapat

tumbuh pada media RBC tanpa pemberian Mankoze 80% yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. isolat 2, dan *Fusarium* sp. isolat 3. Pada lahan kentang organik tidak ditemukan jamur yang dapat tumbuh pada media yang ditambahkan fungisida berbahan aktif Mankoze 80%. Sementara pada lahan kentang konvensional ditemukan tiga jenis isolat jamur yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, dan *Phytophthora* sp.. Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa media RBC dengan penambahan fungisida Mankoze 80% pada lahan kentang konvensional *Phytophthora* sp. mampu tumbuh pada media hingga pada konsentrasi fungisida 1.3 gr/l. Hal ini membuktikan bahwa media RBC dengan penambahan fungisida berbahan aktif Mankoze 80% maupun yang tidak ditambahkan fungisida tidak mampu menumbuhkan jamur *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari lahan kentang organik maupun konvensional (Gambar 10).



Gambar 6. Hasil eksplorasi jamur tanah lahan kentang pada 7 hsi a. Media RBC lahan A; b. Media RBC lahan B; c. Media RBC dengan 1.3 gr/l Mankoze 80% lahan B



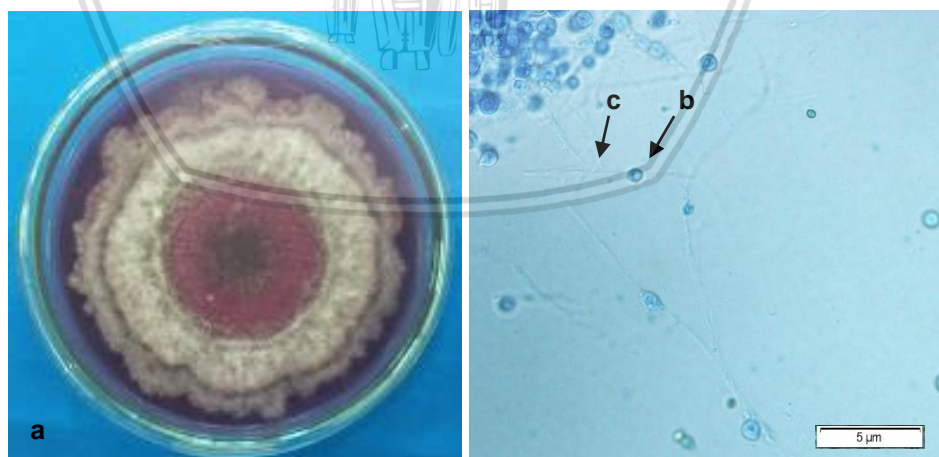
#### 4.1.4. Kenampakan Morfologi Jamur non target

Hasil eksplorasi jamur lain (*non target*) pada media RBC dari lahan hutan didapatkan 3 spesies jamur yaitu *Mucor* sp., *Penicillium* sp. isolat 1, dan *Fusarium* sp. isolat 1. Dari lahan kentang organik didapatkan 5 spesies jamur yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. isolat 2, dan *Fusarium* sp. isolat 3. Pada lahan kentang konvensional didapatkan tiga spesies jamur yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, *Phytophthora* sp.. Hasil tersebut berdasarkan perbedaan karakteristik morfologi jamur secara makroskopis dan mikroskopis sebagai berikut :

##### 1. *Mucor* sp.

Koloni jamur pada media PDA berwarna putih dengan permukaan berserabut berwarna putih seperti kapas. Warna koloni saat tua berubah menjadi putih keabu-abuan. Tepi koloni berbentuk cabang. Pola persebaran tumbuh merambat keseluruh cawan petri dengan kerapatan agak renggang, elevasi timbul dan agak transparan.

Ciri mikroskopis terlihat hifa seperti benang putih, bagian tertentu tampak sporangium dan sporangiofor berupa titik-titik hitam seperti jarum pentul. Hifa tanpa sekat, terdapat sporangium dan sporangiospora (Gambar 11). Spora yang dimiliki bulat atau setengah bulat dengan dinding berwarna coklat tua. Hal ini sesuai dengan karakteristik yang dikemukakan Samson dan van Reenen-Hoekstra (1988).



Gambar 7. *Mucor* sp. a. Koloni 14 hsi pada RBC; b. Spora; c. Hifa

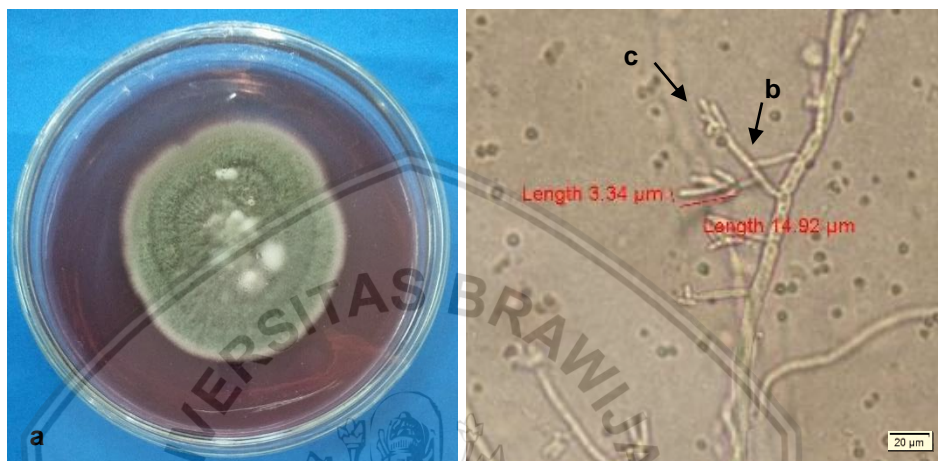
##### 2. *Penicillium* sp. isolat 1

Koloni pada media RBC berwarna hijau dengan tepian berwarna putih. Permukaan koloni kasar dengan bentuk tepi koloni berombak, elevasi berbukit-bukit. Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat



berwarna hialin. Konidiofor bercabang berwarna hialin berbentuk tabung. Terdapat fialid pada ujung konidiofor (Gambar 12).

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, berwarna hialin, Konidiofor berwarna hialin, berbentuk lurus panjang, terdapat percabangan pada konidiofor. Bennett (1998) menyatakan pada bagian ujung konidiofor jamur *Penicillium* sp. terdapat percabangan diakhiri dengan fialid berjumlah 1-3.

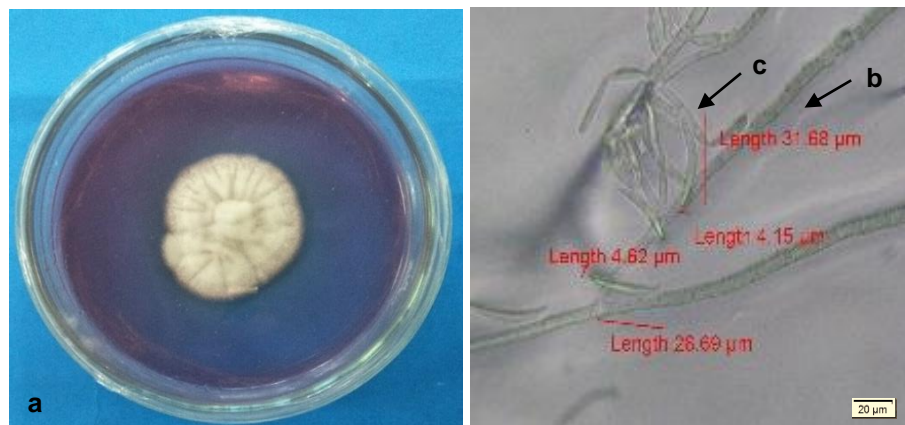


Gambar 8. *Penicillium* sp. isolat 1 a. Konidia 14 hsi pada RBC; b. Konidiofor; c. Fialid

3. *Fusarium* sp. isolat 1

Koloni pada media RBC berwarna putih berbentuk bundar dengan tepian kerang. Tepi koloni berombak dengan elevasi seperti tombol. Permukaan koloni kasar, tidak renggang, dan tidak transparan. Pada medium PDA mula-mula miselium berwarna putih, semakin tua warna menjadi krem atau kuning pucat.

Pengamatan mikroskopis terlihat hifa pada jamur ini bersekat dan berwarna hialin. Spora makrokonidium bentuknya lancip, ujungnya melengkung seperti bulan sabit, bersekat 3–5 (Gambar 13). Pada keadaan tertentu menghasilkan kladospore berwarna coklat muda, dindingnya tebal, ukuran 6 – 10 µm, dibentuk di ujung terminal atau di tengah hifa (Semangun, 2000).

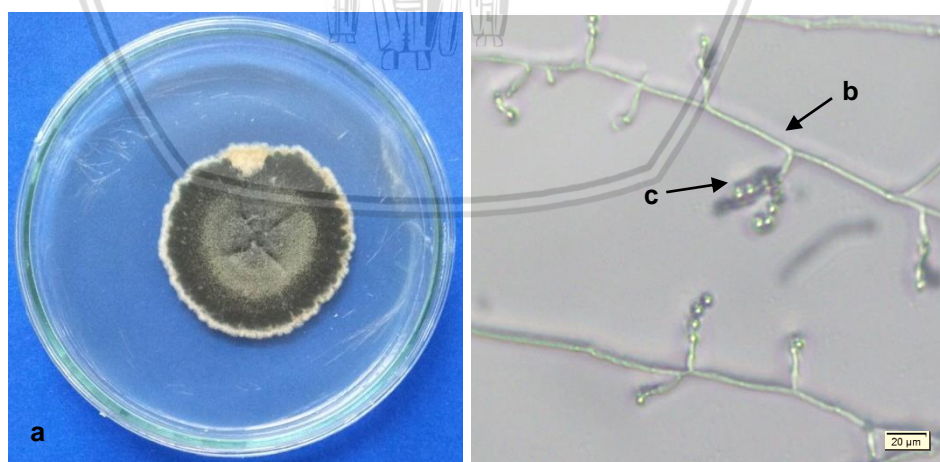


Gambar 9. *Fusarium* sp. isolat 1 a. Koloni 14 hsi pada RBC; b. hifa; c. Makrokonidium

4. *Penicillium* sp. isolat 2

Pada media PDA terlihat terdapat dua warna yaitu bagian dalam berwarna hijau, bagian tengah berwarna hijau tua dengan tepi koloni berwarna putih. Permukaan koloni agak kasar dan tidak transparan. Bentuk koloni bundar dengan tepian berlekuk.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dengan warna hialin. Konidiofor berbentuk tabung sederhana dengan fialid berbentuk oval. Fialid berjumlah 1-3 membentuk rantai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purwantisari dan Hastuti (2009) yang menyatakan hifa pada jamur *Penicillium* sp. bersekat dengan konidia berkelompok membentuk rantai (Gambar 14).



Gambar 10. *Penicillium* sp. isolat 2 a. Konidia 14 hsi pada PDA; b. Konidiofor; c. konidia

5. *Penicillium* sp. isolat 3

Pengamatan makroskopis pada media PDA menunjukkan warna koloni berwarna hijau dan saat tua berwarna hijau keabu-abuan dengan

tepi koloni berwarna putih. Tepian koloni licin, permukaan koloni kasar berbentuk keriput dengan elevasi berbukit-bukit. Kerapatan koloni agak rapat dan tidak transparan.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat berwarna hialin. Konidiofor berbentuk sederhana menyerupai tabung. Terdapat fialid pada percabangan konidiofor. Fialid berjumlah 1-3 berbentuk elips dan membentuk rantai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purwantisari dan Hastuti (2009) yang menyatakan hifa pada jamur *Penicillium* sp. bersekat dengan konidia berkelompok membentuk rantai (Gambar 15).



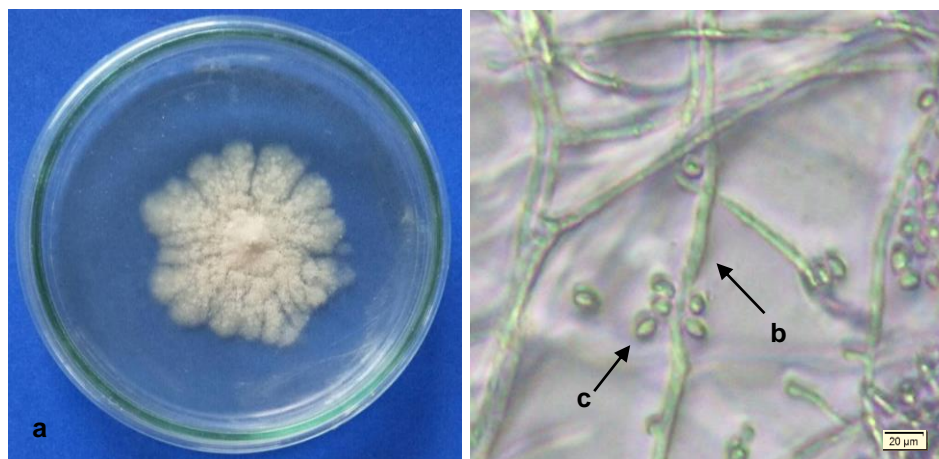
Gambar 11. *Penicillium* sp. isolat 3 a. Koloni 14 hsi pada media PDA; b. Konidiofor; c. fialid

#### 6. *Phytophthora* sp.

Pengamatan makroskopis koloni seperti kelopak bunga, berwarna putih menyerupai kapas, pertumbuhan koloni melingkar konsentris, miselium lembut dengan bagian ujung lebih tebal, bagian tepi koloni bergerigi, warna dasar koloni berwarna putih. Permukaan koloni renggang agak transparan dengan elevasi berbukit-bukit.

Pengamatan secara mikroskopis terlihat hifa berwarna hialin, tidak bersekat dengan pola percabangan tidak beraturan. Sporangiofor berbentuk sederhana seperti tabung. Spora berbentuk bulat meyerupai buah pear. Menurut Semangun (2004) diantaranya miselium interseluler, tidak bersekat, mempunyai banyak haustorium, sporangiofor keluar dari mulut kulit dengan percabangan simpodial, sporangium berbentuk oval seperti buar pear atau lemon (Gambar 16).



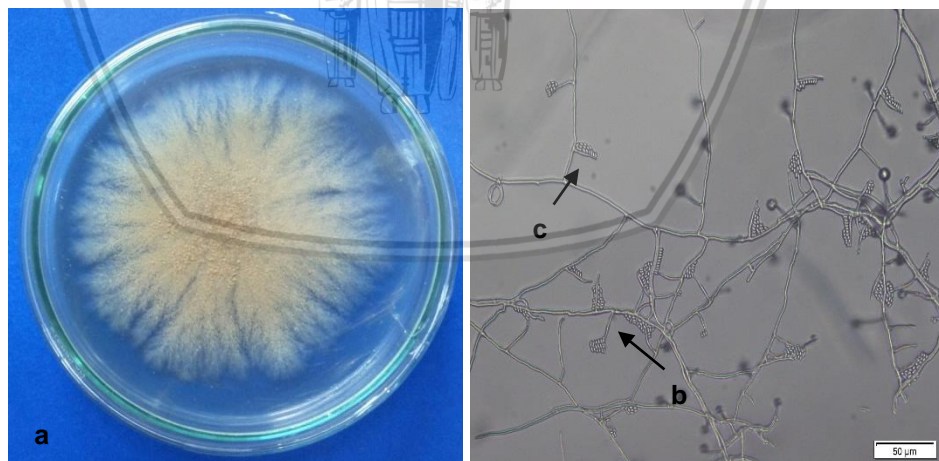


Gambar 12. *Phytophthora* sp. a. Koloni 14 hsi pada media PDA; b. Sporangiofor; c. Spora

7. *Fusarium* sp. isolat 2

Koloni pada media PDA awalnya berwarna putih kemudian berwarna krem. Pertumbuhan koloni menyebar memenuhi cawan. Permukaan koloni bundar dengan tepian menyebar. Tepi koloni bercabang-cabang dengan elevasi datar. Permukaan koloni halus, renggang dan tidak transparan.

Pengamatan secara mikroskopis terlihat hifa hialin dan bersekat. Konidia berwarna hialin dan bersudut lancip membentuk seperti bulan sabit. Konidia bersekat 3-5 sekat. Konidiofor berbentuk sederhana menyerupai tabung (Gambar 17).



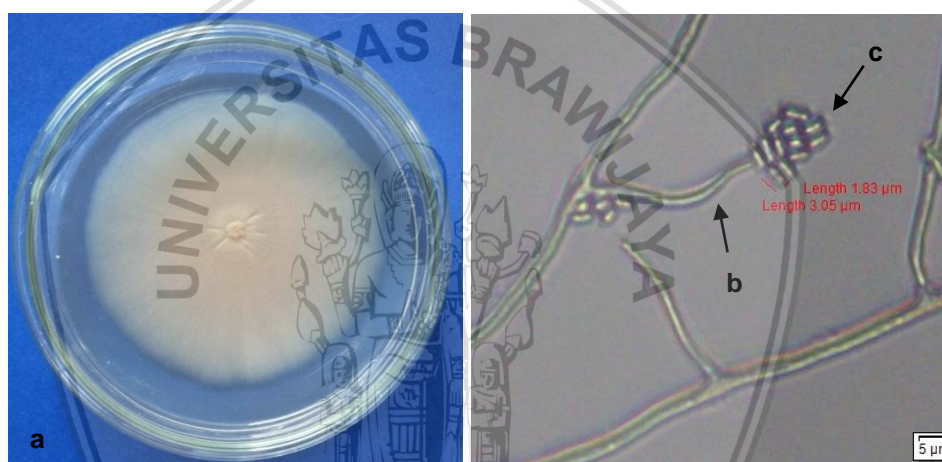
Gambar 13. *Fusarium* sp isolat 2. a. Koloni 14 hsi pada media PDA; b. Konidiofor; c. Konidia

8. *Fusarium* sp. isolat 3

Hasil pengamatan secara makroskopis pada media PDA terlihat koloni awalnya berwarna putih kemudian berwarna merah muda. Permukaan koloni rata berbentuk bulat dan menyebar memenuhi cawan.

Permukaan koloni halus, tidak transparan, tepian licin dengan elevasi datar. Menurut Samson *et al.*, (1995), *Fusarium* sp. memiliki area miselium seperti kapas, dan setiap koloni spesies mengalami perubahan putih kemudian menjadi kuning, merah muda atau coklat. Ilyas (2006) menambahkan jamur *Fusarium* sp. secara makroskopis koloninya tampak berwarna merah agak ungu dengan miselium seperti kapas.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, berwarna hialin. Konidiofor berwarna hialin, berbentuk sederhana panjang, berdinding halus, dan tidak bersekat. Konidia berwarna hialin, berbentuk memanjang seperti tabung dan berkelompok. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bennett (1998) menyatakan konidia dan konidiofor berwarna hialin.



Gambar 14. *Fusarium* sp. isolat 3. a. Koloni pada media PDA; b. Konidiofor; c. Konidia

#### 4.1.5. Kenampakan Morfologi *Trichoderma* sp.

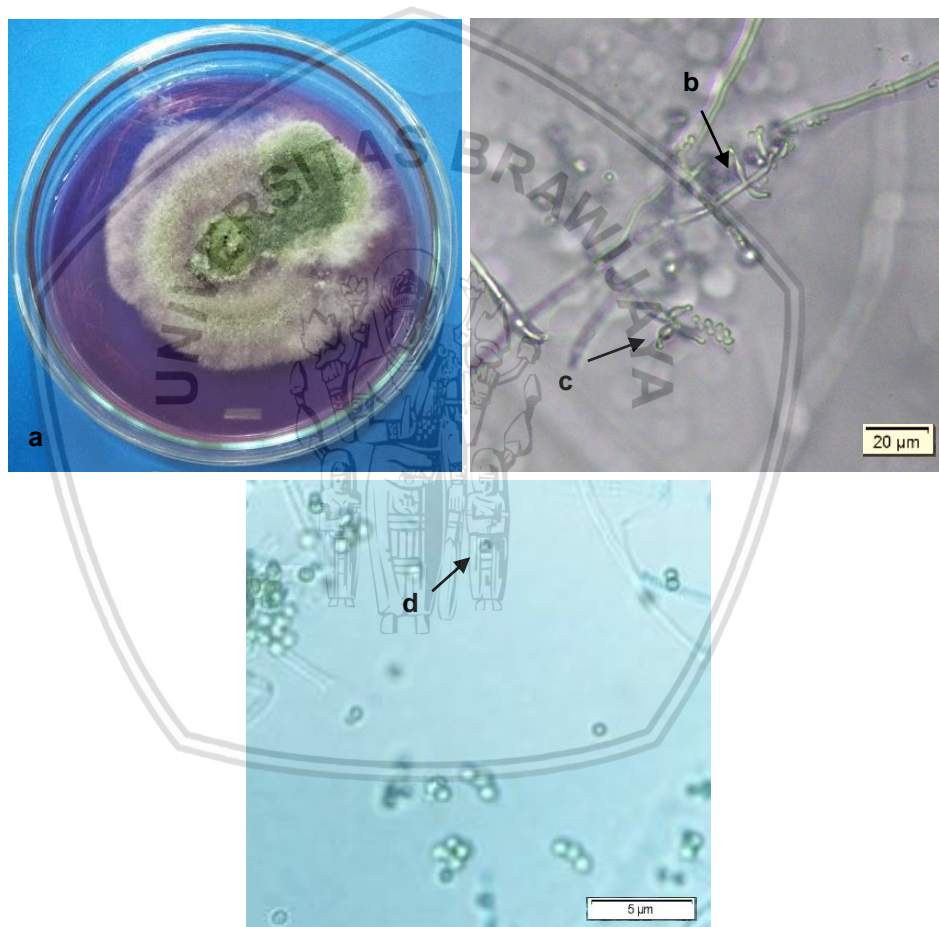
Hasil eksplorasi *Trichoderma* sp. dari tiga lahan yang berbeda, didapatkan dua spesies *Trichoderma* sp. pada lahan hutan alami yang memiliki ciri morfologi berbeda. Kenampakan morfologi tiap spesies *Trichoderma* sp. yang ditemukan sebagai berikut:

##### 1. *Trichoderma* sp. Isolat 1

Pertumbuhan koloni pada media RBC terlihat pada 1-3 hari setelah inkubasi berwarna putih, kemudian koloni berubah warna menjadi hijau kekuningan. Permukaan koloni halus seperti kapas pada 1-3 hari setelah inkubasi kemudian berubah menjadi agak kasar dan rapat. Pertumbuhan koloni memenuhi cawan pada hari ke-10 pada media RBC.



Pengamatan secara makroskopis terlihat konidiofor bercabang seperti rumbai. Fialid berbentuk seperti tabung dengan pangkal sedikit ramping dengan fialospora berbentuk oval (Gambar 19). Berdasarkan ciri morfologi *Trichoderma* sp. Isolat 1 diduga sesuai dengan karakteristik *Trichoderma longibrachiatum* dalam Rifai (1996) yang menyebutkan koloni *Trichoderma longibrachiatum* awalnya memiliki permukaan halus kemudian agak kasar. Terjadi perubahan koloni dari putih transparan menjadi hijau. Konidiofor bercabang dan membentuk seperti rumbai yang kompak. Fialid berbentuk sedikit ramping dengan fialospora berbentuk oval.



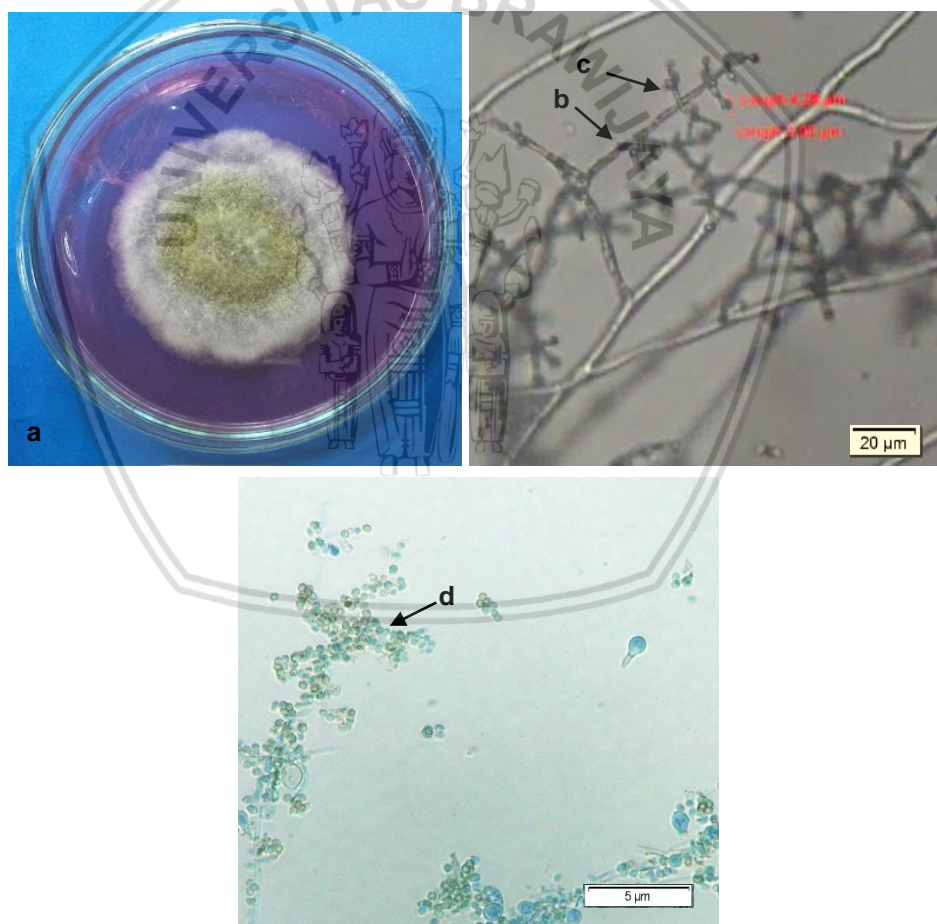
Gambar 15. *Trichoderma longibrachiatum* a. Koloni 7 hsi pada media RBC; b. Konidofor; c. Fialid; d. spora

## 2. *Trichoderma* sp. Isolat 2

Pengamatan secara makroskopis pada media RBC terlihat koloni pada usia 1-3 hari setelah inkubasi berwarna putih kemudian pada hari selanjutnya koloni berwarna hijau kekuningan dengan tepi berwarna putih. Permukaan koloni halus, berbentuk bulat dengan tepi bergelombang, dan

tidak transparan. Pertumbuhan koloni memenuhi cawan pada hari ke delapan setelah inkubasi.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan jamur memiliki konidiofor bercabang dan ramping berbentuk tegak tersusun secara vertikal. Fialid lancip ke arah pucuk dengan konidia berdinding halus dan kasar berwarna hijau berbentuk oval. Berdasarkan ciri morfologi *Trichoderma* sp. Isolat 2 diduga sesuai dengan karakteristik jamur *Trichoderma koningii* dalam Rifai (1996) yang menyebutkan bahwa koloni *Trichoderma koningii* memiliki permukaan halus membentuk miselium udara menyerupai rambut halus. Terjadi perubahan koloni mulai dari putih transparan, putih kehijauan, hijau kekuningan hingga hijau. Konidiofor bercabang menyerupai pohon dan fialid berbentuk ramping dengan fialospora agak oval (Gambar 20).



Gambar 16. *Trichoderma koningii* a. Koloni 7 hsi pada media RBC; b. Konidiofor; c. Fialid; d. spora

#### 4.2. Pembahasan

Bedasarkan hasil uji efektivitas media selektif menunjukan bahwa media RBC merupakan media yang efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah. Spesies jamur *Trichoderma* sp. Isolat 1 yang diduga *Trichoderma longibrachiatum* dan *Trichoderma* sp. Isolat 2 yang diduga *Trichoderma koningii* mampu tumbuh dengan baik pada media RBC meskipun pertumbuhannya lebih lambat jika dibandingkan pada media PDA. Akan tetapi, media RBC tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur *Mucor* sp. *Penicillium* sp., dan *Fusarium* sp.. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nikmah (2017) yang menyatakan bahwa media RBC belum selektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah karena jamur *Penicillium* sp. dan *Fusarium* sp. masih mampu tumbuh pada media RBC.

*Rose Bengal* merupakan garam sodium yang mengalami perubahan warna menjadi merah keunguan yang biasa digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media. Martin (1980), menyatakan bahwa *Rose Bengal* efektif dalam mereduksi pertumbuhan koloni jamur dan mengeliminasi jamur yang tumbuh. Pada media *Rose Bengal* jumlah isolat jamur yang ditemukan lebih sedikit dibandingkan pada media PDA, sehingga mengurangi jumlah koloni jamur yang tumbuh. Jarvis (1973) menyatakan bahwa media dengan pH 7-7,2 yang dilengkapi dengan antibakteri *Chloramphenicol* dan agen penghambat jamur *Rose Bengal* dapat menghambat pertumbuhan bakteri serta membatasi pertumbuhan koloni jamur.

Bedasarkan uji efektivitas media diketahui bahwa Mankozeb 80% merupakan fungisida yang selektif untuk menumbuhkan *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari tanah hutan alami. Media Mankozeb 80% mampu menghambat jamur *non target* tetapi tidak menghambat pertumbuhan jamur spesies *Trichoderma longibrachiatum*. Fungisida berbahan aktif Mankozeb 80% lebih efektif untuk mengendalikan jamur patogen dengan tidak mereduksi keberadaan jamur agens hayati spesies *Trichoderma longibrachiatum* dibandingkan ketiga fungisida lainnya. Mu'min (2017), menyatakan bahwa sifat dari bahan aktif mankozeb merupakan fungisida yang bersifat racun kontak dan fungisida yang sifatnya sebagai pengendalian secara kuratif, fungisida bahan aktif mankozeb merupakan fungisida berspektrum lebih sempit. Menurut Endah (2014) Mankozeb mampu menghambat atau menunda perkecambahan, tetapi tidak mencegah perkecambahan. Hal ini membuktikan bahwa jamur *Trichoderma longibrachiatum* lebih mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan

dibandingkan spesies *Trichoderma koningii*. Menurut Danielson *et al.*, (2002), spesies *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan yang berbeda dalam merespon pH, suhu, dan kondisi CO<sub>2</sub> yang bervariasi.

*Trichoderma* sp. merupakan jamur yang mampu tumbuh dalam media RBC maupun pada media PDA yang ditambahkan fungisida karena jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang toleran. Selain itu *Trichoderma* sp. dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Berliana (2013) menyebutkan bahwa beberapa spesies *Trichoderma* sp. dapat bertahan hidup dengan membentuk klamidiospora pada kondisi yang kurang menguntungkan dan mampu bertahan terhadap fungisida dan herbisida. Kemampuan *Trichoderma* sp. tetap bertahan pada kondisi tersebut merupakan salah satu keuntungan untuk menjadikan *Trichoderma* sp. sebagai agens pengendalian hayati khususnya terhadap patogen tular tanah. Berdasarkan hasil penghambatan media terhadap pertumbuhan jamur diketahui bahwa setiap jamur memiliki kemampuan yang berbeda dalam beradaptasi terhadap lingkungan. Karlsson *et al.*, (2014) menyatakan fungisida yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman dapat berdampak merugikan terhadap jamur bermanfaat. Menurut Sofida (2004), fungisida berbahan aktif Benomyl 50%, Metalaksil 25%, Mankozeb 80%, dan Propineb 70% dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. dan jamur patogen lainnya.

Eksplorasi jamur tanah pada lahan kentang menggunakan media RBC ditemukan lima jenis isolat jamur berdasarkan perbedaan kenampakan morfologi. Jamur yang ditemukan pada lahan kentang organik yaitu *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, *Phytophthora* sp., *Fusarium* sp. isolat 2, dan *Fusarium* sp. isolat 3. Hasil isolasi jamur tanah lahan kentang organik pada media RBC yang ditambahkan Mankozeb 80% tidak ditemukan jamur yang mampu tumbuh pada media tersebut. Sementara pada lahan kentang konvensional ditemukan jamur *Penicillium* sp. isolat 2, *Penicillium* sp. isolat 3, dan *Phytophthora* sp. pada media biakan RBC tanpa penambahan fungisida dan *Phytophthora* sp. masih mampu tumbuh pada media RBC dengan penambahan Mankozeb 80% hingga 1.3 gr/l. Hal tersebut membuktikan bahwa media RBC yang dikombinasikan dengan fungisida berbahan aktif Mankozeb 80% pada berbagai konsentrasi menambah kemampuan media dalam menekan pertumbuhan jamur tanah. Akan tetapi, terdapat *Phytophthora* sp. yang diisolasi dari lahan kentang konvensional dapat beradaptasi pada media tersebut. Kemampuan *Phytophthora* sp. yang



mampu tumbuh pada media RBC yang ditambahkan Mankozeb 80% diduga karena jamur tersebut sudah resisten terhadap fungisida sehingga kemampuan jamur untuk beradaptasi semakin kuat. Deising *et al.*, (2008) menyatakan penggunaan fungisida secara berulang-ulang dan berlebihan meningkatkan resistensi pada hampir setiap individu jamur.

Pada hasil eksplorasi jamur tanah dari lahan kentang menggunakan media RBC dengan pemberian maupun tanpa pemberian fungisida tidak ditemukan pertumbuhan *Trichoderma* sp.. Hal ini berbeda dengan hasil ekplorasi jamur tanah pada lahan hutan alami menggunakan media RBC, dimana pada media tersebut masih ditemukan spesies *Trichoderma longibrachiatum* dan *Trichoderma koningii*. Leher (2012) menyatakan bahwa agens hayati *Trichoderma* sp. dalam tanah mampu mendekomposisi bahan organik seperti lignin, selulosa, dan kitin menjadi unsur hara yang diserap oleh tanaman. Berdasarkan pernyataan tersebut sesuai dengan hasil yang menyatakan bahwa kelimpahan jamur *Trichoderma* sp. pada lahan hutan alami lebih tinggi dibandingkan dengan lahan kentang organik maupun konvensional dengan pengolahan yang intensif. Banyaknya seresah dan vegetasi yang dibiarkan secara alami pada lahan hutan alami merupakan sumber nutrisi untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp. sehingga dapat meningkatkan kelimpahan *Trichoderma* sp. dalam tanah. Pengolahan lahan yang berbeda dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan jamur yang ditemukan. Utomo *et al.*, (2010), penerapan sistem olah tanah konservasi (*minimum tillage*) dapat meningkatkan kelimpahan mikroba tanah hingga 70% dibandingkan dengan pengolahan tanah konvensional. Prihastuti (2011), menambahkan salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpahan mikroba tanah yaitu jenis tanah, tanaman, dan pengolahan tanah. Dari hasil tersebut dapat diduga bahwa pengolahan lahan yang intensif dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan jamur tanah. Hal ini terlihat dari semakin sedikit koloni jamur tanah yang ditemukan pada lahan kentang organik dan konvensional dibandingkan lahan hutan alami.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Fungisida berbahan aktif mankozeb 80% yang ditambahkan pada media biakan PDA mampu menekan pertumbuhan jamur *non target* dengan tidak menghambat *Trichoderma* sp. dibandingkan fungisida Benomyl 50%, Metalaksil 25%, dan Propineb 70%. Kombinasi antara fungisida Mankozebe 80% dengan media biakan RBC membuat media RBC semakin selektif sehingga menekan pertumbuhan jamur tanah.
2. Media RBC efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah. Pada lahan hutan alami ditemukan 2 spesies *Trichoderma* sp. yaitu *Trichoderma longibrachiatum* dan *Trichoderma koningii*. Pada lahan kentang organik dan konvensional tidak ditemukan *Trichoderma* sp.
3. Pengolahan lahan dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan *Trichoderma* sp. dari tanah.

### 5.2. Saran

Saran yang diajukan terkait hasil penelitian yang telah dilakukan adalah media RBC yang ditambahkan fungisida berbahan aktif Mankozebe 80% belum efektif untuk isolasi *Trichoderma* sp. dari tanah., sehingga perlu penelitian lanjutan terkait konsentrasi fungisida atau bahan lain yang ditambahkan pada media tersebut. Selain itu, penggunaan lahan dapat mempengaruhi kelimpahan *Trichoderma* sp. sehingga perlu dilakukan pengujian pada lahan dengan pengelolaan lahan secara minimum (*minimum tillage*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, dan E.P. Sari. 2009. Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan Cendawan *Fusarium oxysporum*. Buletin RISTRI Vol. 1 (4).
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology 5th ed. Accademic Press. New York.
- Arwiyanto, 2003. Pengembangan Agens Hayati untuk Tanaman Hortikultura. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Baker, K.F., R.J. Cook, dan S.O. Garret. 1986. Biological Control of Plant Pathogens American Phytopath. St. Paul. Minnesota.
- Berlian, I., B. Setyawan, dan H. Hadi. 2013. Mekanisme Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. Jurnal Warta Perkaretan vol. 32(2): 72-82.
- Bernet, H.L., dan B.B. Hunter. 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Morgantown. Burcess Publishing Company.
- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Key Surrey: Commonwealth Mycological Institute.
- Danielson R.M., dan C.B. Davey. 2002. Non Nutritional Factors Affecting the Growth of *Trichoderma* in Culture. Jurnal Soil Biol Chem vol. 5:495-504.
- Deising, H., B.S. Reinmann, dan S.F. Pascholati. 2008. Mechanisms and Significance of Fungicide Resistance. Jurnal Brazilian Microbiology vol. 39: 286-295.
- Djojosumarto, P. 2000. Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Dondy, A. S., B. Wisnu, dan B.J. Irpan. 2016. Pengaruh Pencelupan dalam Larutan Benomyl terhadap Kesegaran Cabai (*Capsicum annum* L. Var. Kencana) pada Penyimpanan Suhu Rendah dan Ruang. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Gandjar, I., R. A. Samson, K. Van den Tweel-Ver Meulen., A. Oetari, dan I. Santoso. 1999. Pengenalan Jamur Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Hafsah, S. E., Sukmawati, dan M. Masri. 2016. Penuntun Praktikum Mikrobiologi. Universitas Islam Negeri Salahuddin Makassar. Makassar.
- Harman, G. E., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, dan M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species-Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. Jurnal Nat Rev Microbial vol. 2:43-56.
- Ilyas, M. 2006. Isolasi dan Identifikasi Kapang pada Relung Rizosfir Tanaman di Kawasan Cagar Alam Gunung Mutis, Nusa Tenggara Timur. Jurnal Biodiversitas vol. 7 : 216-220.
- Jarvis, B. 1973. Comparison of an Improved Rose-Bengal-Chlortetracycline Agar with Other Media for the Selective Isolation and Enumeration of Moulds and Yeasts in Food. Jurnal Bacteriol vol. 36:723-727.
- Karlsson, Ida, H. Friberg, C. Steinberg, Paula Persson. 2014. Fungicide Effects on Fungal Community Composition in the Wheat Phllosphere. Jurnal Plos One vol. 9(11): 1-12.
- Kubicek, C.E dan G.E. Harman. 2002. *Trichoderma* and *Gliocladium* Vol 1. Taylor and France. London.

- Leher, L. 2012. Pengujian Pupuk Organik Agens Hayati (*Trichoderma* sp.) terhadap Pertumbuhan Kentang (*Solanum tuberosum* L.). Jurnal Penelitian Pertanian Terapan vol. 12(2): 115-124.
- Marianah, L. 2011. Analisa Pemberian *Trichoderma* sp. terhadap Pertumbuhan Kedelai. <http://www.bppjambi.info/newspopup.asp?id=323> diakses 6 Januari 2018.
- Martin, J.P. 1980. Use of Acid, Rose Bengal, and Streptomycin in the Plate Method for Estimating Soil Fungi. Jurnal Soil Sci. Univ. California vol. 69:215-32
- Mu'min, Nurul. 2017. Uji Efektifitas Beberapa Fungisida dalam Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* Sp.) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) secara In Vitro. Skripsi. Universitas Hasanudin Makasar.
- Muhibbudin, A. Addina, A. L. Abadi, A. Ahmad. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. Jurnal Agrivita vol. 33(2):111-118.
- Nasahi, C. 2010. Peran Mikroba dalam Pertanian Organik. Universitas Pajajaran. Bandung.
- Nikmah, B.M. 2017. Uji Efektivitas Berbagai Media Selektif untuk Isolasi *Trichoderma* spp. dari Tanah pada Berbagai Lahan yang Berbeda. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Prihastuti. 2011. Struktur Kominutas Mikroba Tanah dan Implikasinya dalam Mewujudkan Sistem Pertanian Berkelanjutan. Jurnal El-Hayah vol. 1 (4) : 174-181.
- Purwantisari, S. dan R. B. Hastuti . 2009. Isolasi dan Identifikasi Cendawan Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang organik di Desa Pakis. Magelang. Jurnal BIOMA vol. 11(2):45.
- Rai, I. G. A. 2006. Aktivitas Fungisida Ekstrak Daun Saba (*Piper majusculum*) terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*, Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Panili. Thesis. Universitas Udayana Bali.
- Rifai, M.A, 1969. A Revision of the Genus *Trichoderma*. Mycology Paper.
- Samson, A.R. dan E.S Van Reenen-Hoekstra. 1995. Introduction To food-Borne Fungi. Centralburea Voor Schimme Culture Baarn. Delft.
- Semangun, H. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, Haryono. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sofida, D. F. 2004. Uji Efektifitas Beberapa Fungisida untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* (Schlecht.) f.sp *lycopersici* (Sacc.) synd.et hans) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Sudantha, I.M, I. Kesratarta, dan Sudana. 2011. Uji Antagonisme beberapa Jenis Jamur saprofit terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Pisang serta Potensinya sebagai Agens Pengurai Serasah. Jurnal Agroteksos vol. 21 (2): 2-3.

- Sudirman. 2009. Pengaruh Penggunaan Fungisida terhadap Perkecambahan Spora Fungi Mikoriza Arbuskula. Tesis. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Utomo, M., A. Niswati, Deriyati, M.R. Wati, E.F. Ragan and S. Syarif. 2010. Earthworm and Soil Carbon Sequestration after Twenty One Years of Continuous No-tillage Corn-Legume Rotation in Indonesia. Jurnal vol. 7 : 51 – 58.
- Villasenor, C.N., J.A, Sanchez-Arreguin, dan A.H, Herrera-Estrella. 2012. Trichoderma: Sensing the Environment for Survival and Dispersal. Review of Microbiology (2012). Jurnal vol. 158, 3–16.
- Vyas, S. C. 1984. Sistemic Fungicides. Tata Mc-Graw Hill Book Company, Inc. New York.
- Wahyuno, D., D. Manohara, dan K. Mulya. 2009. Peranan Bahan Organik pada Pertumbuhan dan Daya Antagonisme *Trichoderma harzianum* dan Pengaruhnya terhadap *P. capsici* pada Tanaman Lada. Jurnal Fitopatologi Indonesia vol. 7:76–82.
- Widyastuti, S.M, Sumardi, Irfa, dan Harjono, 2006. Aktivitas Penghambatan *Trichoderma* spp. Terformulasi terhadap Jamur Patogen Tular Tanah secara in-vitro. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia vol. 8: 27-39.
- Wudianto, R. 2000. Petunjuk Penggunaan Pestisida. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yuniati. 2005. Pengaruh Pemberian Beberapa Spesies *Trichoderma* sp. dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f. sp *Lycopersici* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. ANOVA Uji Hambat Media

Tabel 1. ANOVA uji hambat media terhadap *Mucor* sp.

Sumber Keanekaragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	4	32361,32	8090,33	644,73*	3,33
Residual	10	125,48	12,55		
Total	14	32486,8			

Tabel 2. ANOVA uji hambat media terhadap *Trichoderma longibrachiatum*

Sumber Keanekaragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	4	23843,98	5960,99	127,08*	3,33
Residual	10	469,08	46,91		
Total	14	24313,06			

Tabel 3. ANOVA uji hambat media terhadap *Penicillium* sp. isolat 1

Sumber Keanekaragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	4	22303,5	5575,88	155,22*	3,33
Residual	10	359,22	35,92		
Total	14	22662,71			

Tabel 4. ANOVA uji hambat media terhadap *Trichoderma koningii*

Sumber Keanekaragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	4	30159,38	7539,85	380,15*	3,33
Residual	10	198,34	19,83		
Total	14	30357,72			

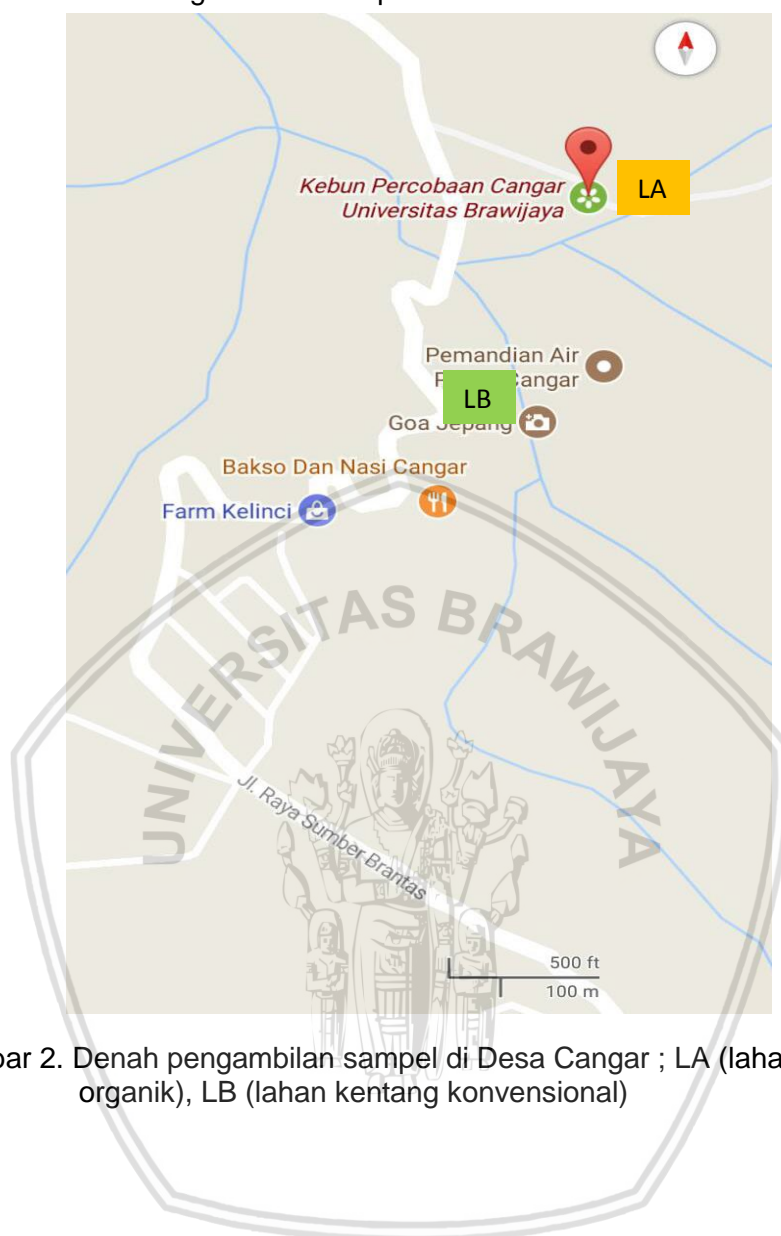
### Lampiran 2. Lahan Pengambilan Sampel



Gambar 1. Dokumentasi lahan pengambilan sampel a. Hutan alami UB Forest; b. Lahan kentang konvensional; c. Lahan kentang organik



## lampiran 3. Denah Pengambilan Sampel



Gambar 2. Denah pengambilan sampel di Desa Cangar ; LA (lahan kentang organik), LB (lahan kentang konvensional)